
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
L'EXTRAIT DÉGRAISSÉ
ET DE
LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE
SIMPLIFIÉE

SON APPLICATION AUX LAITS
DE VACHES FLAMANDES
DANS LA RÉGION DU NORD

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université

(Mention Pharmacie)

Présentée et soutenue le

193 , à heures

PAR

Marcel GENEL

né le 2 Juillet 1908 à Lapugnoy (P.-de-C.)

Président : M. GRELOT,

Professeur

Suffragants : MM. GILLOT
CORDEBARD

id.

id.

IMPRIMERIE DOURIEZ-BATAILLE

5, rue Jacquemars-Giélée

LILLE

1933



Digitized by the Internet Archive
in 2026

CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE
L'EXTRAIT DÉGRAISSÉ
ET DE
LA CONSTANCE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE

Son application aux Laits de Vaches Flamandes
dans la Région du Nord

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE
L'EXTRAIT DÉGRAISSÉ
ET DE
LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE
SIMPLIFIÉE

SON APPLICATION AUX LAITS
DE VACHES FLAMANDES
DANS LA RÉGION DU NORD

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université
(Mention Pharmacie)

Présentée et soutenue le

193 , à heures

PAR

Marcel GENEL

né le 2 Juillet 1908 à Lapugnoy (P.-de-C.)

Président : M. GRELOT,

Professeur

Suffragants { MM. GILLOT id.
CORDEBARD id.

IMPRIMERIE DOURIEZ-BATAILLE

5, rue Jacquemars-Gièlée

LILLE

1933

PERSONNEL ENSEIGNANT

Doyen honoraire

M. BRUNTZ, *, ☼, I ☼, O ☼, ✚, ✚, Recteur de l'Université de Nancy

Professeurs honoraires

MM. FAVREL, *, I ☼.

BRUNTZ, *, ☼, I ☼, O ☼, ✚, ✚.

Doyen

M. SEYOT, *, ☼, I ☼, ☼, ✚.

Assesseur

M. GILLOT, I ☼, ☼.

Professeurs

MM.

GRELOT, *, I ☼, ☼	Pharmacie galénique.
DOURIS, I ☼, ☼, ✚	Toxicologie.
PASTUREAU, O *, I ☼, ✚	Pharmacie chimique.
SEYOT, *, ☼, I ☼, ☼, ✚	Histoire naturelle.
LASSEUR, I ☼, ☼	Microbiologie.
GILLOT, I ☼, ☼	Matière médicale.
PREVOST	Chimie organique.

Agrégé libre

M. GIRARDET, *, I ☼ Chimie et Toxicologie.

Chargés de cours

MM.

PREVOST	Chimie minérale et Minéralogie.
GRELOT, *, I ☼, ☼	Hydrologie.
PASTUREAU, O *, I ☼, ✚	Chimie biologique.
DONZELOT	Physique.
VERNIER, I ☼	Zoologie.
RENARD, I ☼	Législation et Déontologie.
GILLOT, I ☼, ☼	Pharmacotechnie.
CORDEBARD, ☼, I ☼	Analyse chimique.
SEYOT, *, ☼, I ☼, ☼, ✚	Hygiène.

Chefs de travaux

MM.

VERNIER, I ☼	Microbiologie et Parasitologie.
MEUNIER	Pharmacie.
CORDEBARD, ☼, I ☼	Chimie et Analyse chimique.
STEIMETZ	Micrographie.
DONZELOT (chargé de travaux)	Physique.
DIVAUX (chargé de travaux)	Chimie biologique et Toxicologie.

Secrétariat

M. E. TRIBOLET, I ☼ Secrétaire.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

En témoignage de reconnaissance et de
profonde affection.

A MA FEMME

En remerciement de son aide affectueuse
et de ses précieux encouragements.

MEIS ET AMICIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PAGET

En témoignage de reconnaissance pour
l'intérêt qu'il a porté à ce travail.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR GRÉLOT

Nous le remercions de l'honneur qu'il
nous fait en acceptant la présidence de
cette thèse.

AUX MEMBRES DE MON JURY

INTRODUCTION
ET
CHAPITRE PREMIER

**Le Lait de Vache. – Sa Chimie.
Sa Constitution**

INTRODUCTION

A l'heure où l'allaitement naturel est de plus en plus délaissé pour l'allaitement artificiel, il apparaît obligatoire que le lait fourni à l'alimentation présente tous les caractères du lait « sain et complet ».

Malheureusement, les multiples enquêtes menées dans diverses régions de France en vue de déterminer la physionomie du lait offert au consommateur ont démontré que le lait « adultéré » ne constituait pas une exception rarement rencontrée.

Le problème de la répression des fraudes du lait est donc d'une brûlante actualité. La nécessité de posséder des documents indiscutables sur la composition réelle des laits « originels » s'avère de plus en plus impérieuse aux yeux de quiconque veut réprimer sûrement un délit dont l'évidence n'est pas toujours certaine. C'est pour répondre à ce besoin que notre Maître, le Professeur PAGET, nous a incité à entreprendre l'étude de quelques caractéristiques analytiques des laits purs du Nord de la France. La constante moléculaire simplifiée, l'extrait dégraissé des laits de vaches flamandes ont

particulièrement retenu notre attention. C'est leur étude poursuivie pendant plus d'une année, tant dans la région des Flandres et les villages avoisinants Lille que dans la région de Béthune (Pas-de-Calais), que nous développerons dans notre thèse inaugurale.

Afin de situer le plus fidèlement possible la nature du problème que nous comptons résoudre, nous avons cru bon de diviser notre travail en cinq parties.

Dans un premier chapitre, nous exposerons la constitution du lait telle qu'elle ressort de la thèse désormais classique du Professeur PORCHER. Le second chapitre sera réservé à l'étude critique des méthodes actuellement proposées pour la détermination du mouillage du lait. Faisant choix des deux procédés les plus suivis, à notre avis, nous reproduirons, dans un troisième chapitre, les documents qui ont pu être recueillis sur les laits de diverses régions. Nous préciserons ensuite les méthodes analytiques que nous avons employées au cours de nos recherches. Nous mentionnerons tous nos résultats et en ferons une étude critique. Les quatrième et cinquième chapitres seront consacrés à cet exposé.

Enfin, dans notre conclusion, nous dégagerons succinctement les principaux résultats que nous aurons obtenus.

Nous sommes heureux de pouvoir remercier M. le Professeur PAGET qui, non content de nous avoir inspiré le sujet, a bien voulu diriger nos essais et

faciliter ainsi notre tâche. Nous le prions d'agréer l'expression de notre vive gratitude.

Notre reconnaissance ira aussi à M. le Professeur GRÉLOT, qui nous honore, en acceptant la présidence de notre thèse.

Nos remerciements s'adresseront enfin, aux professeurs qui ont bien voulu juger notre travail.

CHAPITRE I

Le Lait de vache. - Sa Chimie. Sa constitution

« Le lait, produit de sécrétion des glandes mammaires, caractérise l'importante classe des mammifères. La grande diversité des espèces que comprend cet important groupe zoologique ne s'oppose nullement à l'unicité de la fonction mammaire, laquelle se traduit chimiquement par l'existence dans tous les laits de principes particuliers qui les caractérisent ».

Les documents recueillis sur les laits des divers types de femelles permettent, en effet, de considérer le lait du point de vue abstrait comme « une entité sécrétoire ayant une physionomie propre, et dont les grandes lignes sont toujours retrouvées quelle que soit l'espèce envisagée ».

Le lait essentiellement destiné à l'entretien et à la croissance du nouveau-né doit, pour des raisons

de finalité, renfermer tous les principes constitutifs de l'organisme animal : protides, glucides, lipides, matières minérales. La définition chimique suivante pourrait donc en être donnée :

« Le lait est un liquide opaque tenant en dissolution des sucres particuliers (lactose, gynolactose, allolactose, etc), des matières albuminoïdes spéciales (caséine, lactalbumine, lactoglobuline), des sels minéraux, un sel organique (citrate) et en suspension des globules de matière grasse ».

Mais un tel énoncé correspondrait à une image imparfaite de la composition de ce « liquide nourricier » ; il importe, en effet, pour être explicite, de se rallier aux intéressantes conceptions qu'à exposées si magistralement M. PORCHER, dans une étude récente qui met au point le problème de la constitution du lait.

« La classification des composants du lait, écrit l'éminent professeur lyonnais, doit être faite à plusieurs entrées, le lait doit être disséqué avec des instruments chaque fois différents et ses composants doivent être considérés successivement à divers points de vue : chimique d'une part, physico-chimique d'autre part, ainsi que dans leur signification physiologique ».

C'est en fonction de ces données que nous aborderons maintenant l'étude du lait de vache.

LE LAIT DE VACHE

A. — Sa composition moyenne. - L'origine et la signification de ses composants.

L'analyse complète d'un lait est extrêmement difficile. Le fait ne peut guère nous surprendre, car il faut se rappeler qu'à côté des « gros » composants dont le dosage est aisé, il en est d'autres d'importance biologique très grande qui s'y trouvent en quantités si minimes qu'ils se dérobent presque totalement aux micro-méthodes analytiques les plus perfectionnées. Malgré les difficultés de ce problème, des auteurs ont pu accumuler des chiffres précis qui autōrisent la publication des résultats suivants correspondant à la composition moyenne d'un litre de lait de vache.

COMPOSITION MOYENNE D'UN LITRE DE LAIT DE VACHE

(Porcher)

Eau						900-910
EXTRAIT à 100°	Lipides...	Glycérides.....	}	Glycérides simples.....	(Graisses neutres)	35-40
				Phosphoglycérides.....	(Phospholipides)	0,50-0,75
		Cholestérides				0,100-0,175
		Glucides		Lactose, etc.....		47-52
	Extrait dégraissé..	Matières azotées	}	Protides...	}	Caséine 27-30
						Albumine ... 4-5
						Globuline ... 0,50
				Acides aminés	}	
				Urée	}	Azote non protéique.. 1 à 1,50
				Groupe purique.....		
				Groupe de la Guanidine ..		
		Matières salines				9-9,50

Il s'agit ici, répétons-le, d'une composition moyenne qui dégage la physionomie d'un lait de gros mélange : des différences énormes peuvent séparer quantitativement divers laits de vache. En voici quelques exemples :

Laits de vache	Ext. Sec.	Mat. Sal.	Beurre	Glucides	Caséine
Maxima. . .	160	11	55	55	40
Minima. . .	110	6	15	40	25

Précisons tout de suite que jamais un lait ne présente une composition rappelant intégralement la liste des taux minima ou maxima précédents.

Il existe « des balancements de compensation » desquels il résulte que le minimum de tel principe se trouve nécessairement en face du maximum de tel autre.

C'est ainsi que M. PORCHER a, dès 1905, montré que le taux des chlorures variait toujours en raison inverse du taux du lactose, ces variations opposées « étant nécessaires au maintien de l'équilibre osmotique du lait ». Nous aurons l'occasion de développer plus loin l'application intéressante qui a été faite de cette loi physiologique.

Pour l'instant, recherchons la signification et l'origine de la plupart des composés dont nous venons de dresser la liste ; nous en ferons ensuite l'étude physico-chimique.

La physiologie nous amène à distinguer deux types de composants : « les composants d'excrétion et les composants de sécrétion ».

Le tableau suivant fait ressortir cette distinction :

A) Composants de sécrétion (produits d'élaboration de la glande mammaire).	1) Molécules caractéristiques du travail de la cellule mammaire.	A) Glycérides à nombre pair d'atomes de carbone. Ce sont les éthers de sels de la glycérine à indice de saponification compris entre 220 et 235 et à indice de Leffman-Beam situé entre 25 et 29. B) Caséine. C) Lactose et autres glucides. D) Acide citrique.
	2) Molécules non vraiment caractéristiques si ce n'est dans leurs proportions.	Phosphates alcalins de potassium. Phosphates de calcium et de magnésium.
B) Composant d'excrétion (molécules préformées et déchets de métabolisme).	Protéines : lactalbumine-lactoglobuline.	
	Lipoides : types cholestérol-lécithine. Chlorure de sodium. Sulfates. Urée : bases puriques-créatine-créatinine dont l'azote joint à celui des acides aminés constitue l'azote non protéique du lait.	

B. — Le lait au point de vue physicochimique.

Les constituants du lait se trouvent au point de vue physicochimique sous trois états différents :

- 1) En émulsion : lipides.
- 2) En pseudo solution : Albumine-globuline.
 - : Caséinate de Ca et Mg.
 - : Phosphate de Ca et Mg.

- 3) En solution vraie Lactose et autres biosides (1).
dans le sérum :
- : Sels sodiques, potassiques, chlorures, sulfates, citrates, phosphates.
 - : Acide citrique et sels (tripotassiques, trimagnésiens et tricalciques).
 - : Phosphate bicalcique et bimagnésien (en partie).

1° LE LAIT EST UNE ÉMULSION par la dispersion de la matière grasse qu'il renferme. La matière grasse s'y trouve en effet sous forme de globules sphériques de diamètre oscillant de $1\ \mu$ à $20\ \mu$. La stabilité de l'émulsion n'est pas grande, témoin la montée naturelle de la crème dès que le lait se trouve au repos depuis quelque temps. Toutefois il reste toujours dans le liquide sous-jacent une certaine quantité de matière grasse émulsionnée (lait écrémé). Ajoutons que cette émulsion naturellement fragile peut être stabilisée en pratiquant l'homogénéisation qui consiste à réduire le diamètre de globules par broyage mécanique.

La matière grasse est le constituant du lait qui subit les oscillations les plus grandes ; un travail de M. PAGET en a précisé l'importance.

2° LE LAIT EST UNE SOLUTION COLLOÏDALE TRÈS HÉTÉROGÈNE AU POINT DE VUE CHIMIQUE. — Les particules en suspension sont ici comprises entre $0,1\ \mu$ et $5\ \mu$ (millièmes de μ) et comprennent :

(1) Gynolactose et allolactose isolés récemment par MM. POLONOVSKI et LESPAGNOL.

A. — *Des colloïdes organiques :*

Protides :

Albumine.

Globuline.

Caséine.

B. — *Des colloïdes minéraux :*

Phosphates de Calcium et de Magnésium.

a) *Les colloïdes organiques.* — Certains auteurs comme E. DUCLAUX n'ont voulu voir qu'une seule protéine dans le lait : la caséine capable d'affecter deux formes, une forme soluble et une forme insoluble. Actuellement on admet la pluralité des albumines et on a décelé la présence de trois protéines que l'on peut d'ailleurs séparer par des procédés physiques (bougie de porcelaine, ultrafiltration) ou par des procédés chimiques mettant à profit leurs façons différentes de se comporter vis-à-vis des réactifs précipitants. L'analyse chimique en a précisé l'individualité ; voici d'ailleurs des documents empruntés à MM. VAN SLYKE et W. BOSWORTH qui illustrent cette assertion.

	CASÉINE	LACTAL- BUMINE	LACTO- GLOBULINE
Carbone	53,50	52,51	51,88
Hydrogène	7,13	7,10	6,96
Azote	15,80	15,43	15,44
Soufre	0,72	1,92	0,86
Phosphore	0,71	trace	0,24
Oxygène	22,14	23,04	24,64

La caséine est le protide le plus important et le plus abondant dans le lait de vache. On a cherché à en évaluer le poids moléculaire. Les méthodes les plus diverses ont été utilisées dans ce but ; basées sur des données très hypothétiques, les résultats en sont des plus incertains. En voici quelques exemples :

D'aucuns, admettant 0,80 comme taux de phosphore pour 100 grammes de caséine, supposent qu'une molécule de caséine renferme un atome de phosphore. Ils en déduisent que le poids moléculaire doit être $\frac{31}{0,80} \times 100 = 3875$.

D'autres (dont COHN, HENDRY et PRENTISS) évaluent la teneur en un acide aminé déterminé, de 100 gr. du produit étudié et admettant ensuite qu'une seule molécule de cet acide est présente dans la caséine, en déduisent aisément le poids moléculaire. On prévoit le caractère fantaisiste des chiffres acquis dans de telles conditions, 12.800 et 96.000 sont les résultats respectivement fournis par les calculs reposant sur les concentrations en tryptophane et en cystine.

Plus récemment, la cryoscopie a permis de serrer le problème de plus près, et c'est aux environs de 12.800 que l'on situe actuellement le poids moléculaire. Admettant ce chiffre, un calcul élémentaire prouve que 35 gr. 5 produisent le même abaissement moléculaire que 1 gr. de lactose, c'est une donnée dont nous nous servirons plus loin.

Ces faits étant précisés, il nous paraît intéressant d'indiquer l'état de la caséine dans le lait.

Lorsqu'on précipite la caséine par la présure, le caillé obtenu renferme :

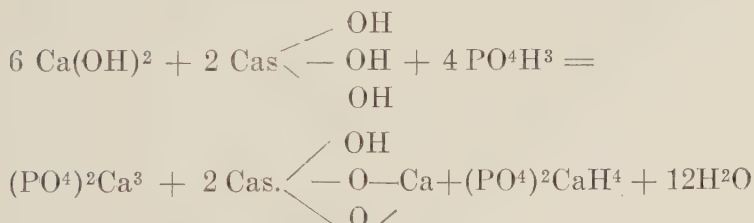
1° Une protéine : la paracaséine.

2° $\text{Ca}(\text{OH})^2$.

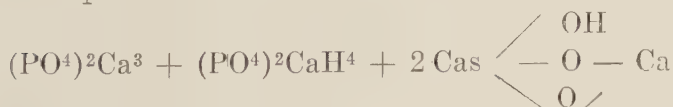
3° PO^4H^3 .

LEHMAN (1) admet que la caséine existe dans le lait sous forme d'un sel complexe de calcium contenant du caséinate et du phosphate de calcium.

COURANT (2) constate qu'en mélangeant de manière convenable de l'eau de chaux, de la caséine et de l'acide phosphorique dans les proportions indiquées par l'équation :



il obtient une solution se comportant comme le lait par son alcalinité vis-à-vis du tournesol, son acidité vis-à-vis de la phénol-phtaléine et sa sensibilité à l'action de la présure. Le complexe que renferme le lait pourrait donc avoir la formule

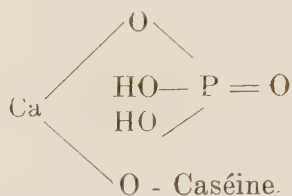


Mais COURANT se demande s'il s'agit d'un simple

(1) (2) D'après PORCHER. Revue *Le Lait*, 1930, p. 417.

mélange ou s'il y a combinaison (formation d'un sel soluble).

On pourrait en effet admettre que la molécule de $\text{Ca}(\text{OH})^2$ est combinée en partie à la caséine et en partie à l'acide phosphorique selon le schéma :



Mais comme sous l'influence d'une force centrifuge considérable on peut les séparer, il vaut mieux admettre qu'ils sont tout simplement associés physiquement, le caséinate de chaux se comportant comme colloïde protecteur vis-à-vis du phosphate de chaux.

b) *Les colloïdes minéraux* sont constitués uniquement par le mélange de phosphates de chaux et de magnésie. (1).

3° *Le lait est une solution vraie.* — Si on arrive à priver le lait de sa matière grasse et de ses substances protéiques, il reste une solution vraie que l'on peut fictivement dédoubler et considérer successivement :

a) Comme une solution ionique.

b) Comme une solution moléculaire.

Le lait est une solution ionique, par les électrolytes qui s'y trouvent en assez grand nombre. Nous

(1) Sans doute mélange de bi et tri-calcique, de bi et tri-magnésien.

citerons les chlorures de sodium et de potassium, les phosphates mono et bi-potassiques, des citrates tricalciques et trimagnésiens.

Les sels ionisés en solution constituent, soit les facteurs de l'acidité de la sécrétion lactée (phosphates), soit des régulateurs de la pression osmotique (chlorures).

Les variations de leurs concentrations peuvent être notées dans diverses circonstances anormales et pathologiques ; on retrouve cependant en pareil cas le jeu de « balancements de compensation » déjà signalé.

a) Si le taux de phosphates mono et bipotassiques vient à baisser, celui de l'acide citrique baisse parallèlement tandis que celui des chlorures s'élève.

b) La diminution des phosphates potassiques entraîne corrélativement une diminution de l'acidité actuelle et cette marche vers l'alcalinité est accompagnée d'une augmentation du taux des chlorures.

Le lait est une solution moléculaire par ses non électrolytes qui comprennent :

a) les biosides (lactose principalement).

b) l'ensemble des substances azotées dont l'azote non protéique du lait : urée, créatine, créatinine, acides aminés. Ici encore on retrouve un balancement de compensation : quand le taux du lactose baisse, celui de l'azote non protéique monte.

CHAPITRE DEUXIÈME

Le Mouillage du Lait **Ses Méthodes de Détermination**

CHAPITRE II

Le Mouillage du Lait Ses Méthodes de Détermination

Il nous paraît superflu de développer la gravité d'une telle fraude, qui malheureusement, tend à se répandre de plus en plus.

Le problème que nous voulons poser est exclusivement pratique : Comment déceler avec certitude un mouillage même très faible ?

C'est ce que nous nous proposons d'étudier dans ce chapitre au cours duquel nous envisagerons successivement les diverses méthodes proposées.

Toutefois, il nous paraît opportun avant toute étude de ce genre de préciser ce qu'il faut entendre par l'expression qui traduit les conclusions analytiques de l'expert-chimiste « mouillage à x % ».

Prenons un cas concret :

Qu'entend-on par mouillage à 20 % ?

Avec M. PORCHER (1) et bien d'autres experts nous répondrons qu'il y a deux façons de comprendre cette expression :

(1) *Ann. des Fals.*, 1916, p. 156.

1° Ou bien elle traduit que 100 parties de lait ont été additionnées de 20 parties d'eau.

2° Ou bien elle peut signifier que 100 parties de lait mouillé renferment 20 parties d'eau.

Suivant l'une ou l'autre de ces interprétations la composition du lait sera :

1° Lait 100

Eau 20

2° Lait 80

Eau 20

Un même lait sera donc susceptible d'appréciation variable selon l'interprétation adoptée par l'expert.

Prenons le cas d'un lait déclaré mouillé à 50 %, sa composition correspondra dans le premier cas

au mélange	}	Lait	100
		Eau	50

et dans le second cas	}	Lait	50
		Eau	50

Faisons remarquer tout de suite qu'un lait ayant la composition N° 2 serait considéré par un expert partisan de la première interprétation comme un lait mouillé à 100 %.

La nécessité d'une entente est donc impérieuse, elle doit se faire sur les bases suivantes :

1° Etant admis (la consultation par M. PORCHER d'un professeur de lettres à la Sorbonne étant décisive) que du point de vue grammatical l'expression mouillé à x % « n'étant pas d'une grande correction nous devons substituer à la préposition « à » la préposition « avec » qui sert, disent les dictionnaires à indiquer le mélange ».

2° « Le mouillage étant par définition l'action d'ajouter de l'eau aux boissons dans un but frauduleux, dire qu'un lait est mouillé avec 50 % d'eau, c'est nous faire assister en quelque sorte à l'opération de la fraude, car tacitement nous stipulons que le fraudeur a ajouté au lait pur les 50 % de son volume d'eau ».

C'est cette interprétation que nous ferons nôtre au cours de cette étude, et nous en retiendrons la nécessité pour l'expert d'être très précis dans ses conclusions.

LES MÉTHODES DE DÉTERMINATION DU MOUILLAGE

Les méthodes proposées pour la détermination du mouillage du lait sont particulièrement nombreuses ; hâtons-nous de préciser que leur valeur est très inégale ; certaines sont en effet purement empiriques et ne seront même pas mentionnées ici, d'autres sont le résultat d'études statistiques très scrupuleuses et leur emploi conduit généralement à des conclusions aussi sûres que celles basées sur des lois physiologiques ; les unes et les autres peuvent utilement se compléter.

Nous envisagerons successivement :

1° La détermination de l'extrait dégraissé et la constante de CORNALBA.

2° L'étude de la concentration moléculaire du lait et l'évaluation des constantes physiques qui en dérivent.

ETUDE DE L'EXTRAIT DÉGRAISSÉ

Nous avons vu précédemment que la composition chimique du lait variait dans des limites très étendues. Les variations ne s'observent pas seulement pour la matière grasse qui est l'élément le plus variable, mais aussi pour la caséine, le lactosé et les cendres.

Ces fluctuations proviennent de différences de races, de climat, de nourriture, de saison, de l'heure de la traite, etc....

Cependant le taux d'extrait dégraissé paraît être le chiffre le plus stable. Cet extrait a été injustement appelé par certains « Constante de DUCLAUX ». Mais M. Léon Gros, dans un article paru dans les « Annales des falsifications » de 1916 (1), en réclame la priorité. Celui-ci en 1890, avait pesé des milliers d'extraits de laits non mouillés, privés préalablement de leur matière grasse, et avait remarqué que leur poids était toujours compris entre 90 et 100. En 1897, à la suite de 600 analyses, M. Gros présentait à M. le professeur FRÉBAULT de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse un travail intitulé : « L'extrait du lait privé, de sa matière grasse » qu'il ne publia jamais, mais dont les conclusions étaient les suivantes :

« 1° La quantité de matière grasse d'un lait
« pur varie dans des proportions considérables.

« 2° Une loi est nécessaire pour définir le lait

(1) L'extrait du lait privé de sa matière grasse. *Annales des Falsifications et des Fraudes*, 1916, p. 39.

« marchand et permettre ainsi des poursuites même contre des laits purs ne contenant pas le minimum fixé de matière grasse.

« 3° L'extrait sec du lait privé de sa matière grasse a un poids à peu près constant dans les laits non mouillés. Il n'est presque jamais inférieur à 85, ne dépasse presque jamais 105 grammes et est compris 95 fois sur 100 entre 90 et 102 grammes.

« 4° Dans l'extrait du lait privé de sa matière grasse et non mouillé, le sucre de lait et les cendres sont les éléments dont le poids varie le moins.

« 5° La densité, le poids de l'extrait sec, l'abaissement du point de congélation et l'indice de réfraction du petit lait non mouillé sont à peu près constants ».

L'article 3 est assez juste, mais nous nous permettrons tout de même de faire remarquer que si l'extrait du lait privé de sa matière grasse est rarement inférieur à 85 grammes et ne dépasse presque jamais 105 grammes, on trouve cependant des extraits dégraissés de laits non mouillés de 80 et d'autres dépassant 105 (1).

En se basant sur le taux d'extrait dégraissé, et en l'absence d'échantillon de comparaison, un lait initialement très riche ($E\ D = 100$) pourrait être mouillé avec 30 % d'eau et fournir à l'analyse des

(1) MM. OBRÉ et FOURNIER (*Ann. des Fals.*, 1924, p. 345) ont trouvé pour l'E. D. une valeur de 107,3 et une autre de 74,3. Au cours de nos analyses nous n'avons jamais trouvé d'E. D. inférieur à 78 ou supérieur à 105.

résultats empêchant de conclure à un mouillage certain. Aussi a-t-on cherché à exprimer cet extrait sous une forme conduisant normalement à des variations moins étendues, l'extrait dégraissé rectifié a été proposé dans ce but.

L'Extrait dégraissé rectifié

M. PORCHER (1) en a fait une étude détaillée et très intéressante dans son travail sur « l'influence du taux de la matière grasse sur celui de l'extrait dégraissé dans le lait ». Nous en rappellerons les grandes lignes :

Ses premières recherches ont visé la détermination de l'ED des divers fractionnements d'une même traite et lui ont fourni les chiffres suivants :

	Matière grasse	Extrait dégraissé
Premier fractionnement.	12.32	92.05
Deuxième »	29.61	90.45
Troisième »	39.48	87.84
Quatrième »	50.06	85.68
Cinquième »	91.17	82.19

Les variations de l'extrait dégraissé sont considérables ; nous notons en effet près de 10 grammes de différence entre le premier et le dernier fractionnement. Mais nous allons voir que si nous fai-

(1) *Annales des Falsif.*, 1915, p. 385.

sons abstraction de la matière grasse et si nous calculons l'extrait par litre de lait délipidé, c'est-à-dire par litre de lactoplasma, les variations deviennent beaucoup moins importantes.

Soit V le volume occupé par la matière grasse du lait ; pour avoir le poids d'extrait contenu dans un litre de lactoplasma, il faut multiplier le poids de l'E D d'un litre de lait par : $\frac{1.000}{1.000 - V}$, soit $\frac{1.000}{1.000 - \text{taux de beurre}}$, si nous prenons 0,94 comme densité de la matière grasse du lait. Le calcul nous donne alors les chiffres suivants :

		Extrait dégraissé rectifié
Premier	fractionnement	93.2
Deuxième	»	93.4
Troisième	»	91.7
Quatrième	»	90.5
Cinquième	»	91

L'oscillation qui était de 10 se réduit cette fois à 2,7.

Ceci nous montre l'utilité du calcul de rectification. Un lait très riche en matière grasse peut avoir un extrait dégraissé faible et être soupçonné de mouillage. Son extrait dégraissé rectifié correspond au contraire à un chiffre normal.

D'ailleurs pour avoir des résultats d'analyses toujours comparables entre eux, il faudrait calculer pour chacun des composants son poids par litre de lactoplasma et non par litre de lait ; la différence

étant parfois assez sensible. Il importe cependant de ne pas exagérer l'importance de cette rectification, car si son utilité apparaît lorsqu'elle est réalisée sur les divers fractionnements d'une même traite elle est moins évidente lorsque le calcul porte sur des traites différentes et tout à fait contestable quand il s'agit de laits d'origines diverses. Quand on compare en effet les extraits dégraissés rectifiés de laits individuels d'animaux différents on constate qu'ils subissent des variations aussi considérables que l'extrait dégraissé brut (1).

Cette brève étude fait donc ressortir les imperfections de l'extrait dégraissé mais n'en proscriit pas l'emploi. Elle semble toutefois condamner les conclusions analytiques basées sur sa seule détermination. Nous en reparlerons après l'exposé des résultats obtenus au cours de nos recherches.

Un autre extrait a été proposé par CORNALBA :

La constante de Cornalba (2) est le poids des substances solubles du lait par litre de lactosérum ou plus simplement c'est l'extrait du lactosérum.

La méthode préconisée par l'auteur consiste à faire cailler le lait par l'acide acétique, à filtrer et à évaporer un volume connu du filtrat.

D'après M. PORCHER, ce filtrat renferme des matières salines de l'ancien édifice colloïdal, solubili-

(1) L'emploi de l'extrait dégraissé rectifié est antérieur à l'article de M. PORCHER. M. GROS (*Ann. des Fals.*, 1916, p. 43) nous dit qu'au laboratoire municipal de Clermont-Ferrand depuis qu'on pèse les extraits dégraissés, on ne s'est jamais servi du chiffre brut fourni par la balance mais de ce chiffre rectifié.

(2) D'après M. PORCHER. Etude critique sur la valeur de la C. M. S. *Ann. des Fals.*, janvier 1923.

sées par l'acide acétique et de l'albumine non coagulée à froid. Des variantes ont été suggérées.

LESCŒUR (1) propose d'utiliser la présure pour préparer le lactosérum ; ce procédé aurait l'avantage de ne pas solubiliser le complexe caséinate de chaux magnésie + phosphate de chaux magnésie, mais n'est pas applicable aux laits pathologiques.

M. GROS (2) indique le mode opératoire suivant :

« A 150 cc de lait ajouter des traces d'un labferment du commerce et maintenir ce lait pendant quelques minutes à 32°. La coagulation se fait rapidement, excepté lorsque le lait a reçu du bicarbonate de soude, auquel cas il faut ajouter 2 ou 3 gouttes d'acide acétique, jeter le lait sur le filtre, prélever 10 cc du filtrat et dessécher au bain-marie à eau bouillante pendant 6 heures. Puis peser par la méthode ordinaire ».

Cette « pseudo constante » ne paraît pas avoir plus de valeur que l'extrait dégraissé rectifié dont elle suit assez régulièrement les variations. Nous avons eu l'occasion de le vérifier plusieurs fois.

Abordons maintenant l'étude de méthodes plus scientifiques puisque reposant sur des lois physiologiques bien définies.

LA CONCENTRATION MOLÉCULAIRE ET LA PRESSION OSMOTIQUE DU LAIT

Les premiers ouvrages publiés sur cette question

(1) D'après M. PORCHER. Etude critique de la C. M. S. *Ann. des Fals.*, janvier 1923.

(2) *Ann. des Fals., et des Fraudes*, 1916, p. 44.

remontent, d'après MONNIER-WILLIAMS (1), à 1892. DRESER (1) publia alors un ouvrage dans lequel il comparait les pressions osmotiques du sang et d'autres sérums biologiques en les évaluant en fonction de leur point de congélation ; la seule conclusion qui nous y intéresse est la suivante :

« Le point de congélation du lait de vache varie entre $-0,55^{\circ}$ et $-0,57^{\circ}$, tandis que celui du sérum du sang du même animal varie entre $-0,58^{\circ}$ et $-0,59^{\circ}$ ».

De nombreux travaux suivirent, qui confirmèrent en général la constance approximative des points de congélation du sérum et du lait d'une espèce particulière.

En 1895, WINTER (1) concluait que la pression osmotique du sérum sanguin est invariable et pratiquement égale à celle du sérum du lait.

D'après lui, le point de congélation du lait d'une même vache ne s'écarte jamais des limites $-0,54$ à $-0,57$ et celui du lait provenant de tout un troupeau n'oscille qu'entre des limites très étroites (de $-0,55$ à $-0,56^{\circ}$).

A la suite de ces travaux, BORDAS et GÉNIN (1) étudièrent les laits de 50 vaches différentes et déterminèrent leurs points de congélation. Leurs chiffres varient de $-0,440$ à $-0,560$.

Perfectionnant alors leur protocole expérimental ils diminuèrent la marge des variations et en fixèrent les extrêmes ($-0,512$, $-0,529$).

(1) D'après MONNIER-WILLIAMS. - Le point de congélation du lait et sa relation avec la recherche du mouillage. — *Ann. des Fals.*, sept.-oct. 1915, p. 296 et 297.

Plus tard, HAMBURGER, JACONONGELLI et PINS (1) trouvaient que le lait du soir a un Δ (2) plus élevé que celui du matin. MAIOCCO (1) arrivait à une conclusion inverse, tandis que ABATI et SOLIN (1) ne trouvaient aucune différence entre les laits des diverses traites de la journée.

Ce bref historique fait ressortir les différences de Δ trouvées par les divers auteurs mais traduit aussi leur accord sur « l'invariabilité du Δ » et c'est cette conclusion qui à notre avis, présente un intérêt exceptionnel. Elle autorise l'établissement d'un certain nombre de déterminations physico-chimiques dépendant de la concentration moléculaire du milieu étudié (pouvoir réfringent, résistivité électrique, cryoscopie).

Elle devait entraîner des travaux physiologiques intéressants qui amenèrent la mise au point de la Constante moléculaire simplifiée rectifiée.

a) *Le pouvoir réfringent du sérum du lait.*

C'est G. VALENTIN (3) qui, en 1879, a eu le premier l'idée d'étudier la réfractométrie du lait, mais cet auteur opérait sur le lait entier, ce qui otait tout intérêt à ses travaux. Nous ne mentionnerons donc pas ses résultats.

En 1882, A. SORGESEN (3) opéra au contraire sur des sérums obtenus par addition de présure et trouva des chiffres variant suivant la nature des laits expertisés, « de 1.3440 à 1.3455 ».

(1) D'après MONNIER WILLIAMS. - *Ann. des Fals.*, 1915, p. 297.

(2) Nous emploierons désormais la lettre Δ pour désigner l'abaissement du point de congélation.

(3) D'après A. LATAIX. - *Revue Le Lait*, Mai 1929, p. 476.

En 1898, VILLIERS et BERTAULT (1) répétaient les mêmes essais en modifiant toutefois la préparation du sérum qu'ils obtenaient en additionnant le lait d'un demi volume d'acide acétique à 1 % et en faisant bouillir un certain temps dans un appareil à réfrigérant ascendant. Les chiffres obtenus à l'oléoréfractomètre d'AMAGAT et Ferdinand JEAN étaient compris entre 39,5 et 42,5 (ce qui correspondait à un indice de 1,3426 à 1,3433).

Plus récemment enfin, MM. MATHIEU et FERRÉ firent des recherches analogues et enregistrèrent des chiffres très voisins de ceux des auteurs précédents (39 à 44).

Leur conclusion ne manque pas d'intérêt ; on pourrait affirmer le mouillage lorsque le chiffre obtenu à l'oléoréfractomètre est au-dessous de 39. La sensibilité du procédé ne serait pas grande, car seul un mouillage supérieur à 11 % pourrait être décelé pour son emploi.

b) *La résistivité électrique.*

Elle dépend uniquement des sels ionisables contenus dans le lait et n'est pas influencée par les autres substances. Elle a été étudiée par de nombreux auteurs, et certains semblent lui attribuer une certaine précision. N'oublions pas toutefois les conclusions de RINALDO-BINAGHI (2).

(1) D'après A. LATAIX. - Revue *Le Lait*, 1929, p. 476.

(2) *Ann. des Fals.*, 1911, p. 153.

Des résultats obtenus sur différents laits, il résulterait que :

« 1° La conductibilité électrique d'un lait absolument frais, non falsifié, est essentiellement constante dans le lait des différentes espèces de mammifères, de sorte que sa détermination permettrait de donner une idée approximative sur la nature du lait.

« 2° La conductibilité électrique du lait mouillé diminue proportionnellement à la quantité d'eau ajoutée.

« 3° Les électrolytes, tels que le carbonate et le bicarbonate de soude, le biborate de soude et l'acide borique, qui sont quelquefois ajoutés au lait comme agents conservateurs, augmentent notablement la conductibilité électrique. Cette augmentation est proportionnelle à la quantité d'électrolytes ajoutée.

« 4° La détermination de la conductibilité électrique peut donner des renseignements précieux concernant le mouillage éventuel ou l'addition d'électrolytes.

Cette lecture nous renseigne sur les pratiques qui pourraient être mises à profit pour rendre ce procédé inopérant. Cette possibilité condamne la méthode.

LA CRYOSCOPIE DU LAIT

Nous avons cité précédemment les travaux de DRESER, WINTER, BORDAS et GÉNIN, etc.... Nous

avons constaté que si tous ces auteurs étaient d'accord pour dire que le Δ du lait était quasi constant, ils ne l'étaient plus du tout quand il s'agissait de déterminer les limites entre lesquelles variait ce Δ . Les différences constatées sont vraisemblablement dues aux méthodes employées, nous verrons d'ailleurs que les causes d'erreur sont nombreuses.

M. STOECKLIN (1) a fait une étude très complète de la détermination du point cryoscopique des laits.

Il y met en valeur les difficultés et les causes d'erreur qui interviennent dans la détermination du point de congélation du lait. Ce sont :

- 1° La fermentation lactique ;
- 2° La présence des antiseptiques ;
- 3° Les appareils employés.

En effet, l'opération en elle-même demande une telle précision (Il faut apprécier la température à 1/1000 de degré près), que celle-ci est difficilement atteinte avec les appareils courants. M. STOECKLIN remédie à cette difficulté en se servant d'un appareil perfectionné dont il donne une description détaillée. Nous n'insisterons pas davantage sur cet appareil, mais nous dirons quelques mots sur l'action des antiseptiques et de la fermentation lactique.

La fermentation lactique, son action sur le Δ

Le lactose contenu dans le lait se modifie plus ou moins rapidement, suivant les conditions de la température. Sous l'influence du ferment lactique

(1) La cryoscopie du lait. - *Ann. des Fals.*, 1911, p. 232.

dont il subit d'abord l'action hydrolysante, il se transforme en glucose et en galactose, puis en acide lactique.



Une molécule de glucose donne 4 molécules d'acide lactique. D'après la loi de **RAOULT**, l'abaissement du point de congélation étant proportionnel à la concentration moléculaire, la fermentation du lait augmentera le Δ puisqu'elle augmente le nombre des molécules.

Soit P.G. le point de congélation du lait et P.G.I. (point de congélation initial) le point de congélation du lait aussitôt après la traite, il est facile, connaissant le taux d'acide lactique, de calculer le P.G.I. d'après le P. G.

D'après la théorie, le P. G. d'une solution de lactose hydraté à 1 gramme pour 100 grammes d'eau se modifie de la façon suivante après transformation complète du lactose en acide lactique.

P. G. de la solution d'acide lactique	1/100 :	0°,210
» » » de lactose	1/100 :	0°,052
Augmentation du P. G. après transformation de 1gr lactose en acide lactique.....		0°,158
soit environ		0,16.

Il suffirait donc pour calculer le P. G. I. connaissant le poids L. d'acide lactique par litre, de multiplier ce chiffre par 0,016 et de soustraire le produit du P. G. :

$$\text{P. G. I.} = \text{P. G.} - 0,016 \times \text{L}$$

Ce principe n'est pas applicable probablement à cause des réactions secondaires.

M. STOECKLIN a établi expérimentalement que la formation d'un gramme d'acide lactique augmente le P. G. de 0,05 et que l'augmentation du P. G. est toujours sensiblement proportionnelle au taux d'acide lactique formé. Donc, pratiquement :

$$P. G. l. = P. G. - L \times 0,05$$

Par ailleurs il ne faut pas oublier que le lait frais possède une acidité naturelle qui, évaluée en acide lactique, est de 1 gr. 5 par litre (1).

Soit A ; l'acidité totale, nous aurons donc :

$$L = A - 1,5$$

et dans le cas d'un lait bichromaté il importe de tenir compte qu'un gramme de $Cr^2O^7K^2$ par litre augmente l'acidité de 0,614 en acide lactique. Soit Cr le taux de bichromate :

$$L = A - (1,5 + Cr \times 0,61)$$

c'est cette nouvelle valeur qu'il faut multiplier par 0,05.

Influence des antiseptiques sur le point de congélation du lait

Le bichromate qu'on ajoute presque toujours aux échantillons de lait à analyser, contribue lui aussi en temps que sel soluble à augmenter le point de congélation, et M. STOECKLIN a établi expérimentalement le facteur de correction :

(1) M. STOECKLIN emploie le chiffre 1,2. « Tout lait frais, titré immédiatement après la traite, accuse une acidité, qui dans les nombreux laits que nous avons eu l'occasion d'observer, s'est trouvé osciller, pour 90 % des laits essayés, entre 1,1 et 1,2 par litre (exprimé en acide lactique) ». (*Ann. des Fals. et des fr.*, 1911, p. 236).

Cependant, partout ailleurs le chiffre 1,5 est admis, c'est donc ce taux que nous avons adopté.

1 gr. de $\text{Cr}^2\text{O}^7\text{K}^2$ augmente le P. G. de $0^{\circ},018$

Nous pouvons maintenant établir la formule qui donnera le P. G. I. d'un lait bichromaté et partiellement fermenté :

$$\text{P.G.I.} = \text{P.G.} - (\text{A}-1,5-\text{Cr}\times 0,61)0,05 - \text{Cr}\times 0,018$$

Déjà, en 1907, M. GRÉLOT (1) avait signalé les inconvénients du bichromate de K. Par des travaux d'une grande précision il avait étudié l'influence de cet antiseptique sur l'acidité, la cryoscopie et la réfractométrie du lait.

Les résultats de ces travaux montraient :

1° Que le chiffre 0,61 généralement admis comme acidité (exprimée en acide lactique) de 1 gr. de $\text{Cr}^2\text{O}^7\text{K}^2$ devenait pratiquement voisin de 0,66.

2° Que le point de congélation propre au bichromate ne s'ajoutait pas purement et simplement à celui du lait pur.

3° Que le bichromate subissait assez rapidement les modifications chimiques diminuant son acidité tout en abaissant son point de congélation.

Les résultats suivants sont assez éloquents :

Lait A pur	$\Delta = - 0,515$
» » bichromaté à 2 ‰ de suite	$\Delta = - 0,565$
Lait Δ bichromaté à 2 ‰ après 14 jours	$\Delta = - 0,59$
Solution de $\text{Cr}^2\text{O}^7\text{K}^2$ à 2 ‰	$\Delta = - 0,035$

Si nous voulons calculer le Δ du lait pur en fonction du Δ du lait bichromaté, nous aurions

$$\Delta = 0,565 - 0,035 = 0,530$$

chiffre évidemment trop élevé.

(1) Les inconvénients du bichromate pour la conservation du lait aux fins d'analyses. - *Journal de Ph. et Ch.*, 1907, p. 369.

Si maintenant nous nous basons sur le Δ du lait bichromaté depuis 14 jours, nous aurons :

$$\Delta = 0,59 - 0,035 = 0,555$$

Ce chiffre diffère encore davantage du Δ réel, mais remarquons toutefois que la correction nécessitée par la fermentation lactique n'a pas été faite. M. STOECKLIN, dans son étude, n'a pas tenu compte de ces remarques ce qui diminue la valeur de ses conclusions.

Voici maintenant les conclusions de M. STOECKLIN :

« Le point de congélation initial d'un lait peut s'établir expérimentalement au moyen de la méthode de correction que nous avons exposée ci-dessus, aussi bien pour un lait en fermentation lactique que pour un lait additionné d'un antiseptique comme le bichromate de potasse que pour un lait frais. Il permet à lui seul et sans le secours d'aucune moyenne ni terme de comparaison de caractériser le mouillage et même d'affirmer la falsification là où l'analyse chimique est parfois complètement impuissante. Le point de congélation est une vraie constante, le plus stable du lait, il ne varie pas sous les influences extérieures les plus diverses et qui ont tant d'effet sur la composition chimique.

Les limites extrêmes entre lesquelles il oscille (— 0°,545 et — 0,565) sont tellement restreintes qu'il permet d'affirmer un mouillage de 4 ou 5 % ».

Il faut faire une exception pour les *laits pathologiques et colostraux*. PARMENTIER a trouvé un Δ de — 0,48 chez une vache tuberculeuse amaigrie. MONVOISIN, dans les cas de mammites tuberculeuses a signalé des Δ de — 0,51. M. BOUIN a même trouvé un Δ de — 0,50 dans un cas manmite streptococique.

Néanmoins, alors que dans les cas pathologiques, toutes les autres constantes sont en défaut, la constante cryoscopique ne l'est qu'assez rarement.

Interprétation chimique de la constante cryoscopique

CONSTANTE DE CONCENTRATION MOLÉCULAIRE

Il faut reconnaître la grande valeur de cette méthode qui repose sur une loi physiologique bien définie, mais il importe de noter sa complication et la difficulté des manipulations qu'elle comporte. On a vainement cherché à établir une constante de concentration moléculaire, image chimique du Δ .

Connaissant le taux de chacun des composants du lait, et en tenant compte du poids moléculaire et du degré de dissociation pour les substances ionisables, il est théoriquement possible de calculer le Δ d'un lait. On se rend compte quand on connaît la composition du lait de la difficulté d'un tel procédé.

Si tous les composants avaient le même poids

moléculaire et si le lait ne contenait pas d'électrolyte, la somme des poids de substances solubles, c'est-à-dire l'extrait dégraissé ou la Constante de CORNALBA (suivant qu'on fait intervenir ou non la caséine), remplaceraient avantageusement la constante cryoscopique.

Mais la réalité est toute autre. Considérons les chiffres donnés par M. STOECKLIN :

Le P. G. d'une solution de :

Chlorure de Sodium a 10 gr par litre	est de :	— 0,615
Lactose	»	: — 0,056
Caseine	»	: — 0,003 (1)

Voici, d'autre part, les équivalents de quelques-unes des matières solubles du lait évaluées en lactose hydraté, équivalents calculés d'après les abaisséments moléculaires déterminés par RAOULT (2).

Chlorure de Sodium	11,9
Chlorure de Potassium	9,1
Sulfate de Soude	6,8

Ces considérations montrent la supériorité de la constante cryoscopique sur toutes les autres constantes, dites pondérales, qui ne tiennent aucun compte de ces différences.

M. PORCHER donne un tableau indiquant les taux moyens des composants du lait avec la part qui revient à chacun d'eux dans l'abaissement du point de congélation. Nous le reproduisons ici :

(1) M. STOECKLIN attribue à la caséine un P. M. de 6.000 chiffre différent de ceux cités au chapitre précédent.

(2) *Ann. des Fals.*, 1914, p. 14. MATHIEU et FERRÉ.

QUANTITÉ AU LITRE		PARTIELS Δ CALCULÉS	
Chlorure de Sodium	0.95	0.065	} 0.111
Chlorure de potassium	0.85	0.446	
Phosphate monopotassique	1	0.036	} 0.067
» bi-potassique	1.10	0.031	
Citrate tricalcique.	2.03	0.017	} 0.027
» tripotassique.	0.54	0.007	
» trimagnésien.	0.58	0.003	
Sulfate de potassium.	0 15	0.004	} 0.008
Bi-carbonate de sodium.	0.25	0.004	
Lactose	50.00	0.293	0.293
Urée (traduisant l'ensemble de l'azote non protéique)	0 60	0.021	0.021
			0 527
Complexe colloïdal			0.025
			0.552

L'examen de ce tableau montre que les principales substances qui interviennent dans l'abaissement du point de congélation sont les chlorures et le lactose.

Devant la difficulté de la détermination du Δ et étant donné l'impossibilité d'établir une constante chimique de concentration moléculaire ayant la même valeur que le Δ , MM. MATHIEU et FERRÉ ont établi une constante de concentration moléculaire simplifiée qu'on appelle actuellement constante moléculaire simplifiée ou simplement C. M. S.

LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE

Etant donné l'influence prépondérante du lactose et des chlorures sur la concentration moléculaire du lait et d'après les conclusions de l'étude de M. PORCHER montrant nettement que les variations de chlorures sont complémentaires de celle du lactose, MM. MATHIEU et FERRÉ ont vu la possibilité d'établir une constante de concentration moléculaire simplifiée.

Loi de Porcher (1906)

« 1° Le chlorure de sodium est l'un des éléments les plus variables du lait ; il ne dépend pas immédiatement de l'alimentation, et sa plus ou moins grande abondance dans le lait découle d'un processus purement physique : la régulation de l'équilibre osmotique. Il semble donc qu'il doive être séparé des autres matières minérales dont la présence dans le lait a vraisemblablement des rapports plus étroits avec le fonctionnement chimique de la glande mammaire.

2° Dans toutes les analyses de lait fournies par de nombreux auteurs qui ont voulu établir des moyennes, c'est le maximum du sucre de lait qui, naturellement, se trouve en face du minimum de sel et notamment du NaCl ; c'est le minimum de lactose qui doit faire vis-à-vis au maximum de matières minérales ».

Cette loi découle naturellement du balancement

qui existe entre les molécules élaborées et les molécules non élaborées (voir chapitre I).

Reportons-nous maintenant à l'étude de MM. MATHIEU et FERRÉ.

« On peut considérer la concentration moléculaire du lait comme une somme relativement constante de 3 facteurs, molécules de lactose + molécules de chlorures + molécules des autres cristalloïdes, ce dernier facteur présentant beaucoup moins de variations que chacun des deux premiers la somme de ceux-ci oscille entre des limites assez restreintes ; par suite, dans un lait normal, la concentration moléculaire Lactose + Chlorures ne doit présenter que de faibles écarts. Appelons le chiffre la mesurant : Constante de concentration moléculaire simplifiée et désignons là par l'abréviation C. M. S ».

MM. MATHIEU et FERRÉ distinguent C. M. S. apparente et C. M. S. réelle.

La C. M. S. apparente « c'est la somme des poids du lactose hydraté et de l'équivalent isotonique en lactose des chlorures, cet équivalent étant le produit du poids des chlorures exprimé en chlorure de sodium par 11,9, ce chiffre étant le poids de lactose hydraté équivalent isotoniquement à 1 gramme de NaCl d'après *RAOULT* ».

A la C. M. S. apparente ainsi obtenue, MM. MATHIEU et FERRÉ font subir une rectification pour avoir la C. M. S. réelle.

« L'isotonie de la solution est une propriété de la partie du lait contenant les cristalloïdes en solu-

tion dont le volume est égal au volume du lait moins les insolubles en suspension, matières grasses, caséine et phosphate de chaux, le volume du phosphate de chaux étant négligeable ».

M. PORCHER n'est pas du même avis, il trouve que les colloïdes aussi bien que les cristalloïdes ont une influence sur l'isotonie, et il est partisan de ne pas déduire le volume de la caséine : « les faits expérimentaux nous ayant montré que le complexe colloïdal avait sa part dans le Δ total, part faible en vérité mais nullement négligeable, il y a lieu, croyons-nous, de ne pas éliminer ce facteur ».

Soit V_{cc} le volume de l'insoluble dans 1 litre de lait la C. M. S. apparente représente la concentration moléculaire des chlorures et du lactose dans $(1000-V)cc$ de solution ; pour avoir la C. M. S. réelle, c'est-à-dire la concentration moléculaire dans 1 litre de solution il faut multiplier par $\frac{1.000}{1.000 - V}$

Selon qu'on s'en rapporte à M. PORCHER ou à MM. MATHIEU et FERRÉ, V représente le volume de la matière grasse ou la somme des volumes de la matière grasse et des matières protéiques (1).

Valeur théorique de la C. M. S.

La C. M. S. est en somme l'expression d'une partie du Δ , alors que la concentration moléculaire du

(1) Pour nos résultats personnels, nous avons calculé la C. M. S. des deux façons, d'abord comme MM. MATHIEU et FERRÉ afin d'avoir des résultats comparables à ceux des travaux antérieurs et ensuite comme M. PORCHER parce que son opinion nous paraît la plus juste.

lait serait l'expression chimique du Δ total. L'étude de la cryoscopie nous fait admettre que la somme des concentrations moléculaires des composants du lactoplasma est une valeur constante, sauf quelques exceptions assez rares.

Nous ne pouvons pas évidemment en conclure que la concentration moléculaire d'une partie des composants du lait (lactose + chlorures) est elle-même une valeur constante.

En nous reportant au tableau de la page 49, nous constatons que la somme des Δ des chlorures et du lactose est de 0,404, alors que le Δ total est de 0,555, la C. M. S. représente donc les 404/555, soit environ les 72,8/100 de la concentration moléculaire totale. Si ce rapport était constant, la concentration moléculaire totale étant constante, il faudrait admettre que la C. M. S. l'est aussi. Mais les chiffres donnés par M. PORCHER correspondent à un lait de composition moyenne et nous savons que les taux des composants du lait peuvent s'écarter beaucoup des chiffres moyens.

Supposons que la proportion des composants autres que le lactose ou les chlorures vienne à baisser considérablement, dans ce cas il faut nécessairement, pour que le Δ conserve sa valeur normale, que les taux de lactose et de chlorures augmente ce qui fait augmenter la C. M. S.

Les composants du lait qui influent davantage sur le Δ sont après le lactose et les chlorures, les phosphates, les citrates et l'azote non protéique. Nous savons que lorsque les molécules élaborées dimi-

nuent (phosphates, citrates, lactose), elle sont remplacées par des molécules non élaborées (NaCl, azote non protéique).

Soit un lait de composition moyenne ayant une C. M. S. normale ; supposons que le lactose vienne à diminuer, il sera remplacé par du chlorure de sodium, à raison de 1 gramme pour 11,9 ; la C.M.S. ne variera pas. Supposons maintenant que les citrates et les phosphates viennent à baisser. S'ils sont aussi remplacé par du NaCl, ce nouvel apport de sel non compensé par une diminution de lactose contribuera à *l'augmentation de la C. M. S.*

Pratiquement « il semble, dit M. PORCHER, qu'il faille faire intervenir 2 facteurs, les chlorures, pour compenser surtout le lactose, et l'azote non protéique pour compenser plus particulièrement les citrates et phosphates solubles ».

Dans ce cas, il faudrait donc attribuer à la C.M.S. une grande valeur théorique. Cette proposition n'est pas des plus rigoureuses, mais l'expérience tend à prouver en sa faveur.

En définitive, après cette étude théorique de la C. M. S., nous concluons qu'il serait illogique d'attribuer à cette constante autant de valeur qu'à la constante cryoscopique ; nous en verrons cependant plus loin toute la valeur pratique.

Avant d'envisager cette étude particulière, nous tenons à citer ici deux constantes qui ont été proposées pour la détermination du mouillage et qui ont quelques rapports avec la C. M. S.

Les constantes de Bouin et de Fonzés-Diacon

La Constante ($L + 5 C$) a été proposée par M. BOUIN (1) « en effet, dit-il, tandis que l'extrait dégraissé ou constante de Gros peut normalement présenter des variations de plus de 20 %, la constante de CORNALBA, des variations de 17 % et la C. M. S. de MM. MATHIEU et FERRÉ des variations de plus de 16 %, la somme : lactose + cendres $\times 5$ ne présente guère que des variations de 7 à 8 % ».

M. FONZÉS-DIACON (2) propose une autre constante : $L + 3 C$ qu'il appelle constante moléculaire approchée parce qu'elle se rapproche sensiblement de la C. M. S.

Ces deux constantes auraient pu avoir une certaine valeur si le taux des cendres correspondait aux taux des sels solubles du lait, mais nous savons qu'il n'en est rien, et qu'ils renferment en outre, des sels provenant de la décomposition des matières protéiques. D'autre part, le coefficient 3 ou 5 est tout à fait empirique, et nous ne voyons pas la supériorité de ces déterminations sur celle de la C. M. S. dont nous comprenons mieux les rapports avec la loi fondamentale de M. PORCHER.

La Constante de Kopatschek (3)

Elle est basée comme la C. M. S. sur la détermination du lactose et du chlore :

(1) La constante moléculaire approchée. - *Lc Lait*, 1922, p. 460.

(2) La constante moléculaire approchée et les laits de Montpellier. - *Ann. des Fals.*, 1921, p. 271.

(3) Procédé pour la détermination rapide du mouillage du lait ainsi que du lait pathologique. - *Milchwirtschaftliches Zentralblatt*, 15 avril 1922.

$$C = L + 44 \text{ Cl.}$$

KOPATSCHEK ne donne pas la raison de ce facteur 44, mais M. PORCHER en donne l'explication :

« Le Δ total traduit en lactose nous a donné le chiffre 94,65. Si nous retranchons les 50 grammes de lactose, il reste 44,65, ce nombre divisé par 44 donne un quotient de 1,01, chiffre qui, donné pour le chlore, correspond à 1,65 de chlorure de sodium ». La constante de KOPATSCHEK traduirait donc le Δ total, mais elle ne tiendrait pas du tout compte de la loi de PORCHER.

CHAPITRE TROISIÈME

Application de la C.M.S. aux Laits de différentes Régions de la France

CHAPITRE III

Application de la C.M.S. aux laits de différentes Régions de la France

Depuis le premier travail de MM. MATHIEU et FERRÉ paru en Janvier 1914, plusieurs auteurs ont voulu contrôler la valeur de la C. M. S. en la calculant sur de nombreux laits authentiques individuels ou de mélanges originaires de différentes régions de France et de l'étranger. Ces travaux ont modifié les limites données par MM. MATHIEU et FERRÉ, mais ont, pour la plupart, confirmé la valeur pratique de la C. M. S. pour la détermination du mouillage.

Nous nous proposons de passer rapidement en revue la plupart de ces publications et d'en résumer les conclusions.

1° *Premiers travaux de MM. MATHIEU et FERRÉ.*
— Ces auteurs ont fait leurs premiers essais sur 239 échantillons prélevés en 1912 et en 1913 en Bourgogne. Sur ces 239 laits, 224 avaient une C. M. S. variant de 74 à 79. Ils concluent que dans tous les

laits analysés, même ceux ayant la C. M. S. la plus élevée, on pourrait déceler un mouillage de 8 % et que deux seulement échapperaient à un mouillage de 5 %.

Ils ajoutent : « Comme la détermination des éléments de cette constante peut se faire avec une erreur de une unité au maximum, on voit qu'une fois la constante minimum de la C. M. S. exactement fixée pour une production déterminée, si les laboratoires de répression des fraudes adoptaient ce mode d'investigation, ils pourraient sans échantillon de comparaison, conclure à l'affirmation du mouillage avec autant de précision qu'avec le point cryoscopique tel que l'a indiqué M. STOECKLIN ».

A notre avis, il est un peu exagéré de prétendre attribuer à la C. M. S. la même valeur qu'au point cryoscopique ; nous en avons déjà indiqué la raison.

Provisoirement, MM. MATHIEU et FERRÉ proposent pour les laits de leur région (Côte d'Or, Ain, Saône-et-Loire), le chiffre 71 comme minimum en dessous duquel on est en droit d'affirmer le mouillage. Entre 71 et 74, ils émettent des présomptions.

2° MONNIER-WILLIAMS (1) à la fin d'un travail sur le point de congélation du lait, fait la détermination de la C. M. S. sur 44 échantillons. Il trouve une moyenne de 74,45 avec un maximum de 78,1 et un minimum de 70. Dix-sept de ces échantillons sont au dessous de la valeur minima fixée par MM. MATHIEU et FERRÉ.

(1) *Ann. des Fals.*, 1915, p. 296.

L'auteur en conclut que la C. M. S. n'est pas plus une constante que l'extrait dégraissé, ce en quoi il se trompe, puisque nous avons vu que l'extrait dégraissé pouvait subir des variations de 25 % et même plus, alors qu'ici la variation est de 8,1 pour 74,45, soit environ 10 %.

D'autre part, MONNIER-WILLIAMS fait un reproche qui n'est pas du tout justifié ; il juge le calcul à faire assez pénible parce que généralement en France on dose le lactose à l'état anhydre. Nous cherchons vainement où réside la difficulté arithmétique.

3° En 1926, M. MATHIEU (1) présente une deuxième communication sur la C. M. S. Il y fait part d'une nouvelle série d'analyses partant sur 93 échantillons provenant de six départements. (Ain, Aube, Côte d'Or, Haute-Marne, Haute-Saône et Saône-et-Loire).

Voici la récapitulation de ses résultats :

	Chiffre de C. M. S. Maxima	82,2
	Chiffre de C. M. S. Minima	72,9
Echantillons ayant une C. M. S.	comprise entre 74 et 79 :	78 soit 83,9 0/0
»	au-dessous de 74 :	2 soit 2,1 0/0
»	au-dessus de 79 :	13 soit 14 0/0

M. MATHIEU émet en outre l'idée que les laits de la saison chaude auraient une C. M. S. plus élevée que ceux de la saison froide.

« En tout cas, termine l'auteur, ces nouveaux groupes d'analyses viennent confirmer nos premières conclusions :

(1) *Ann. des Fals.*, 1916, p. 45.

1° Pour les limites de C. M. S., mais en étendant la limite supérieure de 79 à 83 pour quelques laits, particulièrement pendant la saison chaude.

2° Pour manifester la supériorité de cette C.M.S. sur les chiffres du lactose seul ou de l'E. D. ».

4° *Etudes de MM. SIROT et JORET* (1). — Ces auteurs ont suivi d'abord les variations de la C. M. S. pendant six mois sur les laits de 2 vaches analysés une fois par mois. Nous comparerons les variations de la C. M. S. à celles de l'E. D.

	C.M.S.	E. D.
	—	—
Vache n° 1 maxima .	76.9	102.5
minima .	70.9	93.2
variation .	5.3 soit 7.2 ‰	9.3 soit 9.6 ‰
Vache n° 2 maxima .	72.9	94.7
minima .	70.1	89
variation .	2.8 soit 3.9 ‰	5.7 soit 6.2 ‰

Faisons remarquer qu'il n'y a aucun rapport entre la C. M. S. et l'E. D., c'est-à-dire, qu'à une C. M. S. élevée ne correspond pas un E. D. élevé et inversement.

Les auteurs ont fait ensuite des analyses de laits prélevés dans des conditions très variées et ont obtenu les chiffres suivants :

(1) *Ann. des Fals.*, 1916, p. 425.

	MINIMA	MAXIMA	MOYENNE
Laits authentiques	70.1	80.7	73.5
Laits normaux du service .	70	78.3	74.2
Sur l'ensemble des résultats	70	80.7	73.9

Les laits authentiques (individuels ou de mélange) prélevés dans les départements de l'Yonne, de la Nièvre, du Loiret et en Vendée, ont donné pour la C. M. S. et l'E. D. les variations suivantes :

	C.M.S.	E.D.
Maximum	80.7	104
Minimum	70.1	84
Variation	10.6 soit 14.4 %	20 soit 21.5 %

Si au lieu de l'E. D. nous avons comparé les extraits dégraissés rectifiés de ces mêmes laits, la différence aurait augmenté, car dans le cas présent, le lait le plus riche en E. D. est celui qui renferme le plus de matière grasse.

Les laits de mélange, au nombre de 9, donnent pour la C. M. S. un maximum de 74 et un minimum de 72.6 (E. D. 95.3 — 89.8).

MM. SIROT et JORET ont étudié également les variations de la C. M. S. d'un lait au cours d'une même traite et constatent des différences peu accentuées (75.6 - 76.6 - 75 - 70.9 - 71.3 - 71.2).

Un laitcolostral leur a donné les résultats suivants :

	Aussitôt après la naissance	4 jours après	6 jours après
Extrait à 100° .	227.3	144	140.4
Matière grasse.	26	42	46.3
E.D. . . .	201.3	101.5	94.1
Lactose . . .	37.5	50	50.8
Caséïne . .	151	42.2	35.2
Cendres. . .	12	9.1	7.8
Chlorures . .	1.35	1.48	1.47
C.M.S. . . .	62.7	73.1	73.7

La C. M. S. inférieure aussitôt après le vêlage devient rapidement normale.

Plusieurs *laits pathologiques* signalés présentent une C. M. S. variant de 72.4 à 77.1, c'est-à-dire ne sortant pas des limites normales admises.

Les auteurs essaient de déterminer *les causes qui influent sur la C. M. S.* ; la nourriture ne semble guère jouer un rôle : des vaches à grands rendements et d'autres mal nourries donnent des constantes sensiblement égales. Ils trouvent que l'heure de la traite semble avoir une influence quand on ne considère que le lait d'une seule vache, mais si on considère la moyenne de tous les laits étudiés la C. M. S. des laits du matin est de 73.7, celle des laits du soir de 74, donc sensiblement égale. D'autre part, ils ne constatent pas de différence comme le croyait M. MATHIEU entre les laits de la saison froide et ceux de la saison chaude.

« Si nous séparons les laits de trois mois les

plus froids et les laits des trois mois les plus chauds, nous trouvons une moyenne de 74,1 pour les mois les plus froids et de 74.3 pour les autres ».

Et ils ajoutent :

« Quelles que soient les influences que l'on puisse invoquer, la C. M. S. ne semble pas devoir descendre au-dessous de 70 ; tout lait individuel ou de mélange qui donnera une constante inférieure à cette limite devra être considéré comme mouillé et même tout lait de mélange à constante comprise entre 70 et 74 sera souvent suspect de mouillage ».

Après un exemple d'application de la C. M. S., montrant que si par cette méthode on peut laisser échapper un lait mouillé faiblement, on ne peut taxer de mouillage un lait sain, ils concluent en ces termes :

« La constante de concentration moléculaire simplifiée des laits n'est pas une constante au sens absolu du mot ; elle ne permet pas plus que l'E. D. de trouver tous les laits mouillés, les chiffres minima présentent un écart sensible (70-80). Mais elle est supérieure à l'extrait dégraissé parce que :

1° L'écart entre les limites est moindre ;

2° Il existe un minimum très net ;

3° Ce minimum est voisin de la moyenne ».

5° Les mêmes auteurs, dans un second travail paru en 1919, indiquent que le minimum trouvé sur plus de 200 échantillons est de 70, la moyenne étant de 74.3 pour les laits authentiques et de 74.1 pour les laits prélevés par le Service de la Répression des Fraudes.

6° En 1921, M. AUGUET (1) publie un travail sur la C. M. S. des laits du Finistère.

La C. M. S. des laits individuels n'est jamais inférieure à 70, sa valeur moyenne est comprise entre 74 et 75.

La C. M. S. ne semble pas subir de variations saisonnières. Une étude de comparaison entre les C. M. S. et les E. D. montre que ces deux chiffres ne peuvent être placés parallèlement.

7° En 1924, M. OBRE et M^{elle} FOURNIER (2) présentent les résultats de travaux qui donnent pour la première fois des C. M. S. nettement inférieures à 70. Les analyses sont faites sur des échantillons prélevés dans les différentes régions du Loir-et-Cher. Sur 121 échantillons, 12 ont une C. M. S. inférieure à 70, chiffre minimum admis jusqu'alors. Parmi ces 12 échantillons, 7 ont une C. M. S. comprise entre 69 et 70, et 5 seulement, soit environ 4 % des échantillons ont une C. M. S. inférieure à 69, la valeur minima est de 65.9, la valeur maxima de 81.7, la moyenne étant de 73.6.

Il faudrait conclure, d'après ces auteurs, que pour les laits à extrait *dégraissé élevé* la C. M. S. ne permettrait pas plus que l'E. D. de déceler un mouillage de 5 %. Tandis qu'elle permettrait de caractériser un mouillage de 10 % là où la seule détermination de l'E. D. ferait conclure à des laits non fraudés. D'autre part, pour les *laits à E. D.*

(1) A. AUGUET. La C. M. S. et les laits du Finistère. - *Ann. des Fals.*, 1921, p. 204.

(2) OBRE et FOURNIER. - La C. M. S. Son application aux laits du Loir-et-Cher. — *Ann. des Fals.*, 1924, p. 344.

faible, la C. M. S. peut faire taxer de mouillage des laits naturels.

Il nous semble comme à MM. OBRE et FOURNIER, que pour donner plus de valeur à la C. M. S., il faudrait rechercher dans chaque région les limites entre lesquelles celle-ci peut varier. « Il serait souhaitable que chaque race pût être étudiée dans son aire d'origine pour permettre de rechercher aussi l'influence de l'acclimatation et de préciser dans les divers cas, l'étendue des variations de la C.M.S. L'importance de ce nouveau facteur pour la détermination d'un mouillage ne pourrait que gagner à ces constatations ».

7° A la suite de cette étude sur les laits du Loir-et-Cher, MM. JORET et RADET (1) ont été amenés à rechercher des variations de la C. M. S. dans le département de la Somme pour voir s'ils trouveraient également des C. M. S. inférieures à 70.

Leurs essais ont porté sur des laits de vaches de différentes races (Flamandes, Picardes, Hollandaises, Normandes), prélevés dans des conditions aussi variées que possible. Le minimum trouvé a été de 69.1 et le maximum de 82.8. La moyenne calculée pour chaque race varie de 73.1 (normandes), à 76.5 (hollandaises). Les laits de vaches flamandes ayant une C. M. S. moyenne de 73.8.

Les auteurs font également une étude intéressante sur les causes qui peuvent influencer la C. M. S. ; alimentation, l'âge, le moment de la lactation, l'heure de la traite, la saison.

(1) *Ann. des Fals.*, juin-juillet et août 1927.

Les bêtes nourries exclusivement en pâture ont une C. M. S. élevée, et celle-ci est abaissée notablement par les tourteaux et le son (ce qui tiendrait à une élévation des taux d'acide phosphorique, déterminant un abaissement des chlorures). Les vaches les plus âgées donnent les C. M. S. plus élevées.

Au cours du premier mois qui suit le vêlage, la C. M. S. est inférieure à la moyenne, elle la dépasse ensuite pour devenir normale à partir du cinquième mois, après le sevrage du veau.

En examinant les moyennes des C. M. S. d'un grand nombre de vaches ; on voit que la moyenne des laits du matin est plus élevée que celle des laits du soir. La saison ne paraît pas avoir d'influence sur la C. M. S.

CHAPITRE QUATRIÈME

Méthodes Analytiques employées dans nos recherches

CHAPITRE IV

Méthodes Analytiques employées dans nos recherches

Nous étudierons successivement :

1° La détermination de l'extrait sec à 100°.

2° Le dosage de la matière grasse.

3° » des matières protéïques.

4° » des chlorures.

5° » du lactose.

Nous terminerons ce chapitre par le calcul de rectification dû au volume des substances insolubles, et l'établissement d'une abaque que nous avons construite en vue de faciliter la détermination de l'indice de correction.

1°) Détermination de l'extrait sec

La méthode consiste à évaporer un volume donné de lait et à peser ensuite l'extrait obtenu.

Cette opération très simple à première vue s'avère très délicate à réaliser, divers facteurs pouvant en modifier les résultats. En effet, durant

l'évaporation, l'influence oxydante de l'air et l'action de la chaleur produisent au sein de certains composants du lait des modifications dont l'importance est subordonnée à la durée du chauffage : deshydratation du lactose, oxydation partielle des protéines, des matières grasses, des glucides. Une évaporation accélérée semblerait donc à recommander, mais la richesse en matière grasse, l'état hygrométrique de l'atmosphère, la ventilation à la surface du lait (facteurs très variables), empêchent de régler à priori la « vitesse » souhaitable.

Voici néanmoins comment les auteurs se sont efforcés de résoudre le problème.

PETER (1) évapore dans le vide, évite donc l'action de la chaleur et diminue ainsi les chances d'oxydation. La longue durée de l'opération la rend peu pratique.

M^{lle} LICHTENBELT (2) mélange le lait avec un poids connu de sable desséché et procède ensuite à sa dessiccation.

FLEURY (3) détermine l'extrait dégraissé en évaporant le lait préalablement délipidé. L'évaporation en est facile, elle est comparable à celle d'une solution vraie. En ajoutant ensuite au chiffre trouvé la teneur en matière grasse, déterminée initialement, l'extrait sec se trouve facilement obtenu.

Le procédé que nous avons employé dans nos re-

(1) D'après Georges RODILLON, L'analyse du lait. - *Édition de la Bibliothèque pratique du Pharmacien*, p. 49.

(2) Dosage de l'extrait sec dans le lait. - *Ann. des Fals.*, 1914, p. 447.

(3) Paul FLEURY. *Fiches techniques de chimie biologique*, 1933.

cherches dérive du procédé officiel. En voici les modalités :

Dans une capsule plate en porcelaine, de 7 centimètres de diamètre, préalablement desséchée et pesée, nous mettons 5 cc. de lait mesurés à l'aide d'une pipette à 2 traits, puis nous portons au bain-marie bouillant pendant 7 heures ; au bout de ce temps, nous faisons refroidir dans un excicateur à acide sulfurique et nous pesons. En multipliant par 200 la différence entre les deux pesées, nous avons le poids d'extrait sec par litre de lait.

Nous avons comparé les chiffres trouvés par cette technique à ceux fournis par la méthode de FLEURY. L'extrait sec servant à l'évaluation de l'extrait dégraissé, ce sont les taux de ce dernier que nous allons confronter :

	Ext. à 100	Mat. gr.	E.D. calculé	E.D. pesé
Echantillon n° 1.	138.8	44.9	93.9	93.3
» 2.	129	38.5	90.5	90.3
» 3.	113.4	24.2	89.2	89.3
» 4.	131.4	40.7	90.7	89.8
» 5.	133.6	43	90.6	89.9
» 6.	115	27	88	88.4

L'examen de ce tableau montre que la pesée directe de l'extrait dégraissé donne en général un chiffre inférieur au procédé « par différence » ce qui montre bien que la présence de la matière grasse empêche une parfaite évaporation.

Malgré cela, la pesée directe de l'extrait dégraissé n'a été employée qu'à titre d'essai, l'autre procédé nous ayant donné toute satisfaction quant à la constance des résultats. Plusieurs essais faits sur un même lait n'ont jamais accusé de différences supérieures à 0,8 sur le taux d'extrait sec par litre de lait.

2°) Dosage de la matière grasse

Nous laisserons de côté les nombreux procédés existants pour n'étudier que le procédé ADAM. C'est en effet le seul que nous ayons employé en suivant la technique préconisée par M. PAGET. Ce procédé nous a toujours donné toute satisfaction, il a d'ailleurs le grand avantage d'être précis et de ne nécessiter aucun appareil spécial.

MÉTHODE D'ADAM. — *Technique de M. PAGET.*

« Cette méthode repose sur la solubilité de la matière grasse du lait dans un mélange d'éther et d'alcool. Elle nécessite l'emploi :

1° D'un réactif spécial obtenu en mélangeant 100 cc. d'éther à 65° à 100 cc. d'alcool ammoniacal à 75° composé lui-même : d'alcool à 95° : 83 cc. 4 (1),

(1) L'emploi de l'alcool à 95, réactif très coûteux, n'est pas absolument nécessaire. M. PAGET a en effet opéré parallèlement avec des réactifs préparés : 1°) avec de l'alcool pur ; 2° avec de l'alcool dénaturé incolore. Les résultats dans les deux cas ont été identiques. La substitution de l'alcool dénaturé à l'alcool pur peut donc s'effectuer sans inconvénient et permet l'obtention à bon marché du réactif d'Adam.

d'ammoniaque d. = 0,92 : 3 cc., eau grs : q. s. %.

2° D'un simple tube à brome (1).

Le mode opératoire que nous avons adopté (et qui, fidèlement suivi, conduit toujours à des résultats qui ne justifient guère les reproches adressés à ce procédé) est le suivant : (nous conseillons vivement d'opérer ainsi) introduire 10 cc. de lait dans l'appareil soit par aspiration, soit au moyen d'une pipette, verser ensuite par l'ouverture supérieure 30 cc. de solution éthéro-alcoolique (2), boucher et mélanger les liquides en inclinant doucement le tube alternativement dans un sens et dans l'autre, jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. Puis retourner l'appareil, le robinet en haut, de manière à rassembler le liquide dans la boule. Ouvrir le robinet. L'excès de pression intérieure chasse alors les quelques gouttes de lait pouvant se trouver dans la partie effilée du tube. Puis refermer le robinet et après avoir retourné doucement l'appareil dans le sens primitif, le placer sur un support et le laisser reposer 4 et 5 minutes, temps nettement suffisant pour la séparation de la couche supérieure du liquide (3). Après avoir soulevé le bou-

(1) On trouve dans le commerce des appareils spéciaux appelés « galactotimètres ». Ce sont des appareils en verre constitués par deux portions ayant chacune la forme d'un double cône communiquant entre elles par un petit orifice et la portion inférieure se continuant par un tube gradué terminé par un robinet.

(2) Le P^r PAGET estime qu'il est préférable d'employer ce volume qui est suffisant pour la dissolution de la matière grasse d'un lait très riche (75 à 80 grammes par litre), alors que 20 à 25 centimètres cubes pourraient ne pas l'être dans ces cas.

(3) M. PAGET a remarqué cependant qu'avec certains laits bichromatés, conservés depuis un certain temps (1 mois à 1 mois 1/2), la séparation se faisait assez difficilement, même après immersion dans l'eau à 45° comme l'indique DENIGES. Il faut parfois attendre trois quarts d'heure avant d'obtenir une séparation complète.

chon et entr'ouvert le robinet inférieur, faire écouler la majeure partie du liquide inférieur. Rassembler (par une rotation rapide de l'appareil placé entre les deux mains), la petite quantité de liquide adhérent aux parois ou en suspension dans la couche supérieure. Puis soutirer le liquide inférieur et procéder au lavage du liquide éthéré en faisant couler doucement sur les parois internes de la boule, 10 cc. d'eau distillée (en opérant ainsi, l'émulsion de la couche éthérée est toujours évitée). Laisser au repos 5 minutes, puis soutirer le liquide aqueux. Un seul lavage bien fait suffit généralement (1). Après avoir totalement soutiré l'eau du mélange, recueillir le liquide éthéré dans une capsule de nickel tarée, à fond plat. Rincer l'intérieur de l'appareil à deux reprises avec 2 à 3 centimètres cubes d'éther, les réunir dans la capsule. Evaporer ensuite l'éther au bain-marie, puis sécher à l'étuve à 100° environ une demi-heure.

L'augmentation du poids de la capsule donne la quantité de matière grasse contenue dans les 10 centimètres cubes de lait. Un simple calcul permet de déduire la teneur par litre ».

(1) La zone de séparation de l'eau et du soluté éthéré, nettement visible au milieu de la journée, est plus difficile à percevoir à la lumière artificielle. M. PAGET remédie à cette difficulté en ajoutant après repos de quelques minutes une goutte de phénol-phtaléine et une goutte d'ammoniaque. Un anneau violet très visible se dessine à la limite de séparation.

La faible solubilité de la matière grasse dans l'alcool éthéré peut faire craindre qu'une partie de la matière grasse reste insoluble en raison du volume réduit du dissolvant. Cette crainte est illusoire si l'on emploie un volume de liqueur d'Adam un peu supérieur — 30 cc au lieu de 20 cc., 22 cc., — à celui habituellement indiqué dans les précis d'analyses. D'ailleurs il est très rare de trouver des laits dont le taux butyreux soit supérieur à 60, or pour un taux semblable les 25 cc. de liqueur communément employées peuvent suffire.

MÉTHODE D'ADAM-MEILLÈRE

Cette méthode nous a également rendu service quand nous voulions obtenir directement par pesée le taux d'extrait dégraissé. Nous avons opéré de la même façon que dans le procédé ADAM jusqu'au lavage ; à ce moment, au lieu de faire couler doucement 10 cc. d'eau distillée, nous ajoutions 5 centimètres cubes d'éther de pétrole et nous agitions vivement sans craindre l'émulsion. Après un repos de 15 minutes, nous soutirions la partie inférieure que nous ajoutions au premier liquide recueilli. Par la partie supérieure de l'ampoule, nous retirions la liqueur éthérée, nous rinçions l'ampoule, d'abord avec quelques centimètres cubes d'éther que nous joignons au liquide éthéré, puis avec quelques centimètres cubes d'eau distillée que nous versions par la partie inférieure dans le premier liquide. De cette façon, nous avons deux liqueurs, dont l'une donnait par évaporation la matière grasse et l'autre l'extrait dégraissé.

Ajoutons que la liqueur servant au dosage de l'extrait dégraissé peut également servir pour la caséine, le lactose et les chlorures, si on a soin de le recueillir dans un matras jaugé et de compléter à un volume donné avec de l'eau distillée.

3°) Dosage des substances protéiques

On appelle souvent caséine : l'ensemble des substances protéiques, c'est-à-dire en plus de la caséine

proprement dite, la lactalbumine et la lactoglobuline.

Un procédé de dosage simpliste consiste à déterminer le poids de la caséine en retranchant du poids de l'extrait dégraissé la somme des poids de lactose hydraté et de cendres. Ce procédé est peu recommandable, d'abord parce qu'il reporte sur la caséine les erreurs commises dans les dosages des autres substances, en suite parce que le lactose est à l'état anhydre dans l'extrait sec et que dans le dosage au *Fehling* on l'exprime généralement en variété hydratée. Enfin un tel calcul méconnaît l'existence d'un indosé et conduit toujours à des analyses qui ferment, ce qui est singulièrement anormal. Nous nous étonnons donc vivement que dans la plupart des travaux sur la C. M. S. que nous avons analysés, le taux de la caséine ait été obtenu par différence. Une telle détermination diminue à nos yeux l'importance pratique des résultats acquis et amoindrit la signification de leur interprétation.

Personnellement nous avons employé une méthode classique, celle de DENIGÈS, qui repose sur l'insolubilisation par l'iodure mercurico-potassique en milieu légèrement acétique, des albuminoïdes du lait, entraînant avec eux en combinaison une partie du mercure, et sur le dosage de l'excès de mercure par cyano-argentimétrie.

4°) Dosage des chlorures

La méthode que nous avons choisie est celle de

CHARPENTIER et VOHLARD, après défécation par l'acide métaphosphorique.

TECHNIQUE SUIVIE.

1° Mettre dans un ballon jaugé de 200 cc. :

Lait	20 cc.
Sol. de métaphosphate de Na. à 5 %	6 cc.
Eau distillée environ	100 cc.
Acide sulfurique décinormal	20 cc.
Eau distillée Q. S. p.	200 cc.

Filtrer.

2° Filtrat précédent..... 150 cc.

Acide azotique pur 5 cc.

Azotate d'argent décinormal 10 cc.

Filtrer et recueillir 150 cc.

3° Aux 150 cc. de filtrat obtenu, ajouter environ 2 cc. de solution saturée d'alun de fer et à l'aide d'une burette graduée verser une solution décinormale de sulfocyanate de K jusqu'à léger virage persistant.

Soient N cc. versés, le taux de chlorures, en NaCl par litre de lait sera donné par la formule :

$$(10 - N \times 1,1) 0,39$$

Ce procédé nous a toujours donné entière satisfaction, aussi bien pour la défécation que pour la netteté du virage final.

Il est absolument nécessaire de filtrer la solution après addition de NO_3Ag N/10, afin d'éliminer tout le AgCl formé.

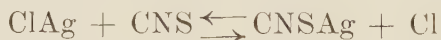
Plusieurs auteurs indiquent un procédé simpli-

fié, beaucoup plus rapide. Il consiste à verser la liqueur de sulfo-cyanate dans le liquide renfermant encore le AgCl, c'est-à-dire sans faire la seconde filtration. Cette manière de faire peut entraîner des erreurs assez sensibles, le terme de la réaction étant beaucoup moins net.

Pour obtenir par cette méthode des résultats approchant le plus possible de la réalité, il faudrait cesser l'addition de la solution de C N S K dès que la coloration rose persiste après agitation, même durant un instant très court. Or, certains auteurs, conseillant cette technique, prescrivent de n'arrêter l'opération que lorsque la coloration rouge persiste au moins 10 minutes.

Une telle pratique va à l'encontre de faits aujourd'hui bien établis.

DRESCHER (1) a depuis longtemps soutenu qu'il y avait une réaction réversible entre les ions du sulfocyanure et ceux du chlorure d'argent en solution. La réaction se formulerait comme suit :



La fin du dosage de l'excès d'azotate d'argent est donc rendue difficile à apprécier, car le changement de coloration n'est pas net puisqu'une certaine quantité de sulfocyanure entre en réaction avec une petite quantité mais bien définie de chlorure d'argent. « Il se forme donc des dépôts simultanés de chlorure et de sulfocyanure d'argent et une solution

(1) D'après M^{me} BASZEJA. - *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, 1932, p. 873.

saturée de ces sels, l'équilibre étant réglé par les équations suivantes :

$$\frac{[A g] \times [C l]}{[A g C l]} = K$$

$$\frac{[A g] \times [C N S]}{[C N S A g]} = K$$

$[A g C l]$ et $[C N S A g]$ exprimant la concentration des molécules non dissociées en solution,

$[A g]$, $[C l]$, $[C N S]$ celle des ions libres.

On en déduit :

$$\frac{[C l]}{[C N S]} = \frac{[C l A g]}{[C N S A g]} \quad (A)$$

KOLTHOFF a établi expérimentalement que ce rapport était égal à 164.

Adoptant alors un exemple récemment cité par Madame RASZEJA, nous pouvons faire ressortir l'importance de l'erreur dont est entâché le dosage d'un excès d'azotate d'argent lorsque l'addition de sulfocyanure se fait dans un milieu renfermant du chlorure d'argent.

Si on ajoute 0 cc. 1 d'une solution décimale de sulfocyanure à 100 cc. d'une solution de $Ag Cl$ saturée et en contact avec ce sel, il faut, conformément à l'équation (A) que le nombre d'ions $C N S$ qui disparaissent soit égal au nombre d'ions Cl qui apparaissent, pour que le rapport de la concentration de Cl à la concentration de $C N S$ soit égal à 164.

Désignons par x le nombre d'ions C N S qui disparaissent, x est égal au nombre d'ions Cl qui apparaissent.

Or, on sait que dans une solution saturée de Ag Cl la concentration d'ions Cl est $\frac{1,6}{10^5}$

La concentration d'ions C N S dans la solution ajoutée étant $\frac{1}{10^4}$, le rapport de la concentration d'ions Cl à la concentration d'ions C N S après l'équilibre est donc :

$$\frac{\frac{1,6}{10^5} + x \text{ (ions apparaissant)}}{\frac{1}{10^4} - x \text{ (ions disparaissant)}} \text{ et se trouve égal à } 164.$$

On déduit de cette égalité :

$$x = \frac{164}{165 \times 10^4}$$

ce qui prouve (la concentration en C N S ajoutée étant $\frac{1}{10^4}$), qu'après l'équilibre la concentration des ions C N S est $\frac{1}{165 \times 10^4}$

Si cette concentration est au-dessous de la « sensibilité réactive » de l'alun de fer, $\frac{1}{10^5}$ étant la limite de la concentration de sulfocyanure nécessaire, pour l'atteindre, il suffit d'ajouter 1 cc. 65 d'une solution N/10 de sulfocyanure, c'est cette addition supplémentaire qui permet d'obtenir une coloration rose permanente.

Ces considérations démontrent éloquemment la nécessité de l'élimination préalable du Ag Cl.

C'est un point sur lequel l'attention n'est pas suffisamment attirée dans les publications sur le dosage du Cl, et c'est vraisemblablement sa méconnaissance qui explique certains résultats curieux relevés dans la littérature se rapportant au chlore des humeurs.

5°) Dosage du lactose

Nous avons adopté le procédé le plus simple : le dosage direct à la liqueur de FEHLING. Il nous paraît inutile de le décrire ici, toutefois nous ferons remarquer qu'il est important de ne verser le liquide que par petites quantités (3 à 5 gouttes à la fois) afin d'obtenir une sédimentation rapide de l'oxydure de cuivre (1).

Nous avons opéré sur le lait déféqué par la méthode de DENIGÈS, comme nous avons fait pour les chlorures.

Dans nos calculs, nous avons adopté le chiffre indiqué par DENIGÈS, c'est-à-dire 731 (0,0731 de lactose ayant le même pouvoir réducteur que 0,05 de glucose).

Il est curieux de constater les différences sensibles qui existent entre ce chiffre et ceux fournis par d'autres auteurs (le procédé officiel prescrit d'employer le coefficient 692,2).

Lorsque nous opérions sur des laits bichromatés, nous ajoutions au cours de la défécation 2 cc. de

(1) Certains auteurs opérant avec 10 cc de liqueur de Fehling conseillent d'ajouter d'abord 10 cc du défécaturum, de faire bouillir 3 minutes et de continuer ensuite l'addition par quelques gouttes à la fois.

sous-acétate de plomb, ce qui nous donnait un liquide incolore permettant d'apprécier plus facilement la décoloration de la liqueur de FEHLING.

D'autre part, chaque fois que le lait avait subi un commencement de fermentation, nous modifions le chiffre du lactose après dosage de l'acidité (1).

CORRECTION DUE AU VOLUME DE L'INSOLUBLE

Nous avons vu précédemment que pour avoir la C. M. S. réelle en fonction de la C. M. S. apparente, il fallait multiplier celle-ci par le facteur $\frac{1000}{1000 - V}$ V étant le volume de l'insoluble, c'est-à-dire suivant MM. MATHIEU et FERRÉ, la somme des volumes du beurre et de la caséine et suivant M. PORCHER, le volume de la matière grasse seulement.

Nous pouvons donner à ces différentes constantes les appellations suivantes :

C. M. S. apparente	= C. M. S. du lait
C. M. S. réelle (Porcher)	= C. M. S. du lactoplasma
C. M. S. réelle (Mat & Fer)	= C. M. S. du lactosérum

Nous avons expliqué la raison de ces corrections, mais si nous nous reportons à la loi de RAOULT,

(1) L'acide lactique était dosé au moyen d'une solution N/10 de NaOH en présence de phénol-phaleine. Soient Nec versés, le poids d'acide lactique par litre de lait est : $N \times 0,9$. Comme on admet généralement que l'acidité du lait frais exprimée en acide lactique est 1,5 (nous avons vu précédemment que STOECKLIN donnait le nombre 1,2) le poids d'acide lactique provenant de la fermentation du lactose et par suite le poids de lactose transformé sera donné par la différence : $N \times 0,9 - 1,5$.

Si le lait analysé renferme du bichromate il ne faut pas oublier que 1 gr. de $\text{Cr}_2 \text{O}_7 \text{K}_2$ par litre de lait augmente l'acidité de 0,61.

nous voyons que pour être conforme à cette loi le calcul devrait être tout autre.

Δ étant l'abaissement du point de congélation, K une contante dépendant de la nature du solvant, p le poids d'une substance de poids moléculaire M, dissout dans un poids P de solvant, la formule de RAOULT est la suivante :

$$\Delta = K \frac{p}{MP}$$

Considérons donc un lait ayant la composition :

Extrait à 100°	130
Matière grasse	40
Extrait dégraissé	90
Caséine	32
Lactose	50
NaCl	1,50
Densité	1032

Soit C le nombre de molécules en solution ($\frac{p}{M}$).

Nous aurons : $\Delta = K \frac{C}{P}$

P étant le *poids* d'eau dans un litre de lait, soit le poids d'un litre de lait — le poids des substances contenues dans un litre de lait (Ex. à 100°).

$$P = 1032 - 130 = 902$$

$$\text{d'où } \Delta = K \frac{C}{902}$$

Pour faire une correction de volume satisfaisant la loi de RAOULT, il faudrait donc ramener les taux de chlorures et de lactose à un poids donné d'eau. En ramenant à 1.000 grammes par exemple, nous aurions :

$$\begin{aligned} \text{C. M. S. apparente} &= 50 + 1,50 \times 11,9 = 67,85 \\ \text{C. M. S. réelle} &= \frac{67,85 \times 1000}{902} = \underline{75,2} \end{aligned}$$

M. PORCHER propose d'effectuer une rectification de ce genre. Etant donné que tout lait normal renferme à quelques grammes près 900 grammes d'eau par litre, il corrige la C. M. S. chaque fois qu'un lait renferme sensiblement plus ou moins de 900 grammes d'eau, nous avons dans l'exemple envisagé C. M. S. réelle $= \frac{67,85 \times 1000}{902} = 67,7$. « Cette façon de calculer la C. M. S., dit M. PORCHER, atténue les oscillations vers le haut et rapproche toutes les valeurs de cette constante du chiffre 69. Elle n'a pas à s'occuper du taux de la matière grasse ». Mais cette proposition n'a pas eu de partenaires, et la majorité des experts adopte les calculs préconisés par MM. MATHIEU et FERRÉ.

En faisant la correction indiquée par ces auteurs, nous avons :

$$\begin{aligned} \text{C. M. S. R} &= 67,85 \frac{1000}{1000 - (40 \times 1,064 + 32 \times 0,74)} \\ \text{C. M. S. R} &= 67,85 \cdot 1,071 = \underline{\underline{72,6}} \end{aligned}$$

En ne tenant compte que du volume de matière grasse comme le fait M. PORCHER, nous aurions :

$$\text{C. M. S. R} = 67,85 \frac{1000}{1000 - 40 \times 1,064} = \underline{\underline{70,8}}$$

Afin de permettre une étude comparative de nos documents analytiques et de ceux des auteurs qui se sont déjà occupés du problème de la C. M. S. des laits, nous avons établi nos constantes : 1° compte tenu des volumes des matières grasses et de ca-

séine ; 2° compte tenu du seul volume de la matière grasse.

Ajoutons que ces différentes façons de calculer la C. M. S. peuvent donner lieu à des confusions comme le montre l'exemple suivant :

M. PORCHER, dans son article écrit en 1923 sur la C. M. S., estime que celle-ci ne peut descendre au-dessous d'un minimum qu'il fixe à 70. Or, ce minimum a été trouvé par MM. SIROT et JORET, en 1916, et ceux-ci calculaient la C. M. S. R. en tenant compte des taux de matière grasse et de caséine.

Soit un de leurs échantillons de lait (le N° 21 p. 429 Ann. des Fals., 1916).

Extrait à 100°	125,5
Matière grasse	36,5
Extrait dégraissé	89
Lactose hydraté	51
Chlorures en Na Cl	1,25
Cendres	7,7
C. M. S. réelle	70,1

Si cette C. M. S. réelle était calculée par la méthode de M. PORCHER, nous aurions : 68,52 (1). Le minimum admis diminue donc de 1,6 environ. On peut d'ailleurs constater facilement qu'un taux de caséine de 40 % augmente la C. M. S. de 2 unités si on tient compte de son volume.

Calcul du coefficient de correction

Importance de cette correction. — Si nous faisons varier le taux de caséine de 20 à 40 et celui

(1) MM. SIROT et JORET ne donnent pas le taux de caséine, mais ils calculent vraisemblablement par différence pour faire la correction de volume.

Caséine = Extrait dégraissé — (Lactose + Cendres)

de la matière grasse de 5 à 60, le coefficient varie lui-même de 1,02 à 1,103 ce qui pour une C. M. S. apparente de 70 ferait varier la C. M. S. réelle de 71,4 à 77,2. Cette rectification est donc loin d'être négligeable.

Soit le lait suivant : Lactose L
 Chlorures en NaCl .. Cl
 Caséine C
 Matière grasse B

Densité du beurre 0,94

Densité de la caséine 1,35

$$\frac{1}{0,94} = 1,064$$

$$\frac{1}{1,35} = 0,74.$$

$$\text{C.M.S.R.} = (L + 11,9 \text{ Cl}) \frac{1000}{1000 - (B. 1,064 + C. 0,74)}$$

C'est cette fraction $\frac{1000}{1000 - (B. 1,064 + C. 0,74)} = A$, que nous avons appelé coefficient de correction, le calcul en est assez compliqué. MM. MATHIEU et FERRÉ, nous montrent un tableau à double entrée donnant directement la valeur de A, mais les taux de caséine et de matière grasse n'y sont inscrits que de 5 grammes en 5 grammes, ce qui nécessite un double calcul d'interpolation. Si nous voulions établir un tableau du même genre où les taux de caséine et de matière grasse seraient inscrits de gramme en gramme, ce tableau prendrait d'énormes proportions, c'est pourquoi nous avons songé à établir une abaque de construction beaucoup plus simple comme nous allons le voir.

CONSTRUCTION D'UNE ABAQUE DONNANT DIRECTEMENT LA VALEUR DU COEFFICIENT DE CORRECTION

Il s'agit, connaissant B et C de calculer la valeur de A, c'est-à-dire de résoudre une équation à une inconnue :

$$A = \frac{1000}{1000 - (B. 1,064 + C. 0,74)}$$

Inversons le problème, supposons A connu, B et C inconnus, nous aurons alors une fonction de la forme :

$$ax + by = c$$

$$1000 A - A B. 1,064 - A C. 0,74 = 1000$$

$$1,064. A B + 0,74. A C = 1000 (A - I)$$

$$(I) 1,064 B + 0,74 C = \frac{1000}{A} (A - I) \text{ équation}$$

de la forme $ax + by = c$.

La représentation graphique de cette fonction est une droite ayant un coefficient angulaire : $\frac{a}{b}$ ou $\frac{1,064}{0,74}$, c'est-à-dire que l'angle α que fait la droite avec l'abscisse est tel que :

$$\text{T g } \alpha = \frac{1,064}{0,74}$$

Ceci étant établi, il est maintenant très facile de construire les droites correspondant à différentes valeurs de A, soit 1,01, 1,02, 1,03, etc....

Exemple : *Construction de la droite représentant la fonction pour une valeur de A égale à 1,05.*

Nous portons en abscisse les taux de matière grasse B, et en ordonnée les taux des matières protéiques C.

Nous déduisons de l'équation (1) les formules :

$$B = \frac{1000 (A - 1) - 0,74 \cdot A \cdot C}{1,064 \cdot A}$$

$$C = \frac{1000 (A - 1) - 1,064 \cdot A \cdot B}{0,74 \cdot A}$$

Faisons : $C = 0$ et $A = 1,05$

$$B = \frac{1000 \times 0,05}{1,064 \times 1,05} = 44,75$$

La droite coupera l'abscisse au point marqué 44,75.

D'autre part, faisons $B = 0$ et $A = 1,05$.

$$C = \frac{1000 \times 0,05}{0,74 \times 1,05} = 64,35$$

La droite coupera l'ordonnée au point marqué 64,35.

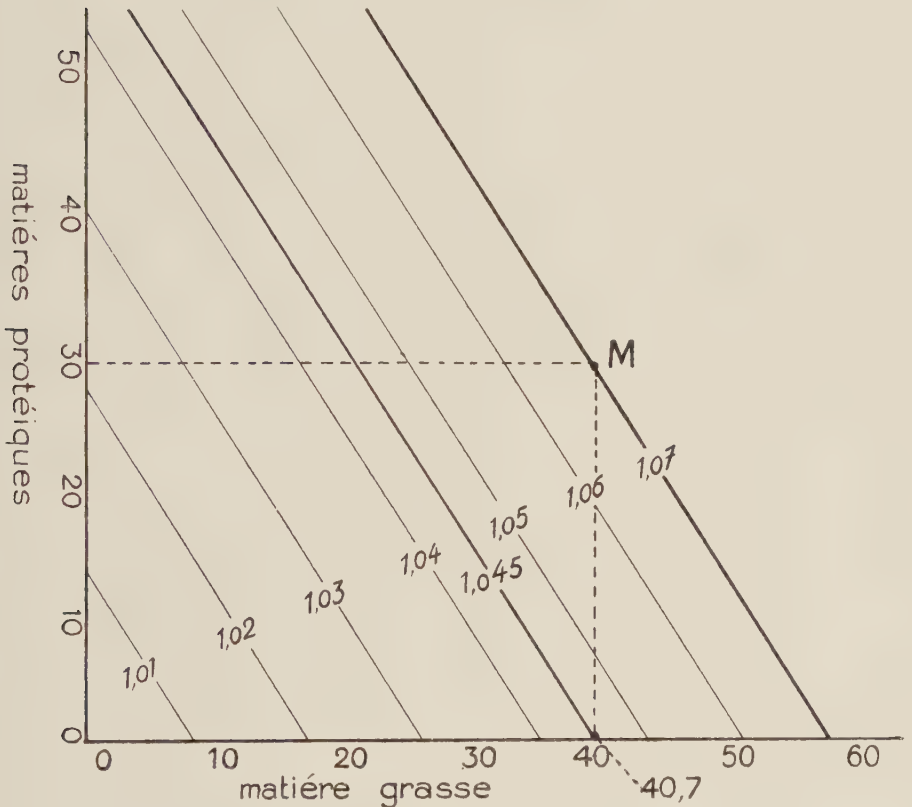
Connaissant deux points de la droite, nous pouvons maintenant la tracer. On pourrait d'ailleurs se contenter d'un seul point puisque nous connaissons l'angle suivant lequel elle coupe la ligne des abscisses.

Nous appliquerons le même procédé pour construire les droites correspondant aux différentes valeurs de A , soit une dizaine de droites de 1,01 et 1,11, puis entre chacune de ces droites, nous en tracerons 10 autres par interpolation, suivant une échelle proportionnelle, de façon à avoir la valeur de A à 0,001 près. Pour une C. M. S. apparente de 70, une erreur de 0,001 sur la valeur de A ne modifie la C. M. S. réelle que de 7/100, ce qui est insignifiant.

Mode d'emploi de l'abaque

Nous avons voulu construire une abaque, permettant d'obtenir directement :

1° Le coefficient destiné à transformer la C. M. S. brute en C. M. S. rectifiée, telle que l'entendent MM. MATHIEU et FERRÉ, c'est-à-dire en fonction de la matière grasse et des substances protéiques.



2° Le facteur de rectification de l'extrait dégraisé, en fonction de la matière grasse.

C'est également ce facteur qui nous permettra

de calculer la C. M. S. rectifiée selon les indications de M. PORCHER.

A cet effet, nous avons choisi zéro comme origine des coordonnées, ce qui nous permet, en faisant la lecture directement sur la ligne des abscisses d'obtenir le facteur 2 (ou ce qui revient au même le facteur 1 avec un taux de caséine égal à 0).

Soit le lait de composition :

Matière grasse	40.7
E. D.	90.7
Matières protéiques	30
C. M. S. brute	65.9

Calcul de l'E. D. rectifié.

Nous repérons sur l'abscisse la valeur 40,7. La droite qui coupe l'abscisse en ce point est marquée 1,045.

$$E. D. R. = 90,7 \times 1,045 = 94,8$$

Calcul de la C. M. S. R. (selon PORCHER).

$$C. M. S. R. = 65,9 \times 1,045 = 68,8$$

Calcul de la C. M. S. R. (selon MATHIEU et FERRÉ).

Nous repérons sur l'abscisse (Mat. gras.) et sur l'ordonnée (Mat. prot.), les points marqués 40,7 et 30. De ces points nous menons des perpendiculaires qui se rencontrent en M. La droite qui passe en ce point donne la valeur du facteur de rectification, soit 1,07.

$$C. M. S. R. = 65,9 \times 1,07 = 70,5$$

Nous donnons à la fin de cet ouvrage une abaque détaillée permettant de faire ces calculs avec exactitude.

CHAPITRE CINQUIÈME

Nos Résultats - Leur Commentaire

CHAPITRE V

Nos Résultats - Leur Commentaire

Nous reproduisons dans les tableaux qui vont suivre l'ensemble des résultats analytiques que nous avons trouvés. Nos analyses ayant porté successivement sur des laits individuels et sur des laits de mélange, nous avons divisé notre exposé en 2 parties.

Chaque tableau comprend 15 colonnes réservées respectivement aux indications :

- 1° Epoque et heure de la traite ;
- 2° Age (en années) ;
- 3° Nombre de mois écoulés depuis le vêlage ;
- 4° Taux de la matière grasse ;
- 5° Taux d'extrait dégraissé ;
- 6° Rapport $\frac{1000}{1000 - \text{Volume (Matière grasse + Subst. protéiques)}}$
- 7° Extrait dégraissé rectifié ;
- 8° Taux de lactose hydraté ;
- 9° Taux des chlorures, évalué en NaCl ;
- 10° Taux des substances protéiques ;
- 11° C. M. S. brute ;
- 12° Rapport $\frac{1000}{1000 - \text{Volume de la matière grasse}}$

13° C. M. S. rectifiée selon les indications de MM.

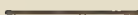
MATHIEU et FERRÉ ;

14° C. M. S. rectifiée suivant la méthode de M.

PORCHER ;

15° Observations.

Nous nous sommes efforcés d'accumuler le maximum de renseignements. Nos efforts ont parfois été vains, surtout en ce qui concerne les laits de mélange.



A) LAITS INDIVIDUELS

Origine : Concours Laitier et Beurrier de Béthune

Région de Béthune

Région des Flandres

Villages avoisinant Lille

CONCOURS LAITIER ET BEURRIER DE BÉTHUNE - 17 & 18 Juin 1932

EPOQUE DE LA TRAITE	MATIERE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSE	RAPPORT 1000-VOL. B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATE	Chlorures (en Na Cl)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000 1000-VOL. B + C	C. M. S. RECT. (MATH. & FER.)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
Vache N° 1												
1 ^{er} j. - matin	19.0	95.0	1.021	97.0	56.0	1.42	31	72.9	1.045	76.2	74.4	
» midi	46	92.2	1.052	97	54	1.33	30	69.8	1.077	75.2	73.4	
» soir	34	91	1.037	94.4	54.9	1.4	30	71.5	1.062	75.9	74.1	
2 ^e j. - matin	17.1	90.9	1.019	92.6	52.4	1.37	31	68.7	1.043	71.6	70.0	
» midi	43	88.6	1.048	92.8	53.2	1.25	28	68.1	1.071	72.9	71.4	
» soir	36	89	1.040	91.5	54.5	1.12	28	67.8	1.063	72.1	70.5	
Vache N° 2												
1 ^{er} j. - matin	46	102.2	1.652	107.5	53.6	1.25	38	68.5	1.084	74.2	72.1	
» midi	71	97.6	1.082	105.6	54.5	1.14	36	68	1.116	75.9	73.6	
» soir	52.5	99.4	1.059	105.3	57	0.95	35	68.3	1.089	74.4	72.3	
2 ^e j. - matin	39.5	104.5	1.044	109.1	57.4	0.92	38	68.3	1.075	73.4	71.3	
» midi	53	99	1.06	104.9	55.8	0.9	36	66.5	1.09	72.5	70.5	
» soir	48	95.9	1.054	101.1	55	0.87	35	65.3	1.083	70.7	68.8	
Vache N° 3												
1 ^{er} j. - matin	57	92.6	1.065	98.6	52.9	1.4	32	69.56	1.092	76	74.1	
» midi	70	89	1.08	96.1	51.5	1.35	29	67.5	1.106	74.6	72.9	
» soir	56.5	90.5	1.064	96.3	53.5	1.45	30	70.7	1.09	77	75.2	

CONCOURS LAITIER ET BEURRIER DE BÉTHUNE - 17 & 18 Juin 1932 (Suite)

ÉPOQUE DE LA TRAITE		MATIÈRE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSÉ	RAPPORT		E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	Cloture (en Na Cl)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT		C. M. S. RECT. (MATH. & FER)	C. M. S. RECT. (POCCHER)	OBSERVATIONS
				1000-VOL. B	1000						1000-VOL. B + C	1000			
2 ^e j. - matin » midi » soir		26	92.4	1.029	95.1	55.1	1.30	30	70.6	1.052	74.3	72.6			
		59	90	1.067	96	53.5	1.32	29	69.2	1.092	75.6	73.8			
		50	92	1.056	97	56	1.12	29	69.3	1.081	74.9	73.2			
Vache N° 4															
1 ^{er} j. - matin » midi » soir		38.5	93.1	1.03	97.1	54.2	1.3	32	69.7	1.069	74.5	72.7			
		46.5	90.1	1.052	94.8	53.3	1.35	30	59.4	1.077	74.7	73			
		76.5	92.8	1.088	101	52.7	1.03	31	65	1.116	72.5	70.7			
2 ^e j. - matin » midi » soir		40	93.4	1.044	97.5	52.6	1.41	33	69.4	1.072	74.4	72.4			
		54	92.4	1.061	98	52.9	1.2	32	67.2	1.088	73.1	71.3			
		41.5	94	1.046	98.3	56.5	1.02	31	68.5	1.072	73.4	71.6			
Vache N° 5															
1 ^{er} j. - matin » midi » soir		14.5	95.1	1.016	96.5	56	1.55	32	74.4	1.04	77.4	75.6			
		35	92	1.039	95.6	55	1.5	31	72.8	1.064	77.4	75.6			
		30	89	1.033	91.9	55.3	1.27	29	70.4	1.056	74.3	72.7			
2 ^e j. - matin » midi » soir		25	90.4	1.027	92.8	53.5	1.53	30	71.7	1.051	75.4	73.6			
		55	87	1.062	92.4	53.4	1.34	28	69.3	1.086	75.3	73.6			
		58	87.5	1.066	93.4	52.2	1.35	29	68.3	1.09	74.4	72.8			

LAITS INDIVIDUELS - RÉGION DE BÉTHUNE

ÉPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	ÂGE (ANNÉES)	A VÈLE DEPUIS (EN MOIS)	MATIÈRE GRASSE	EXTRAIT DEGRAISSÉ	RAPPORT 1000 1000 - VOL. B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTES	RAPPORT 1000 1000 VOL. - B + C	C. M. S. RECT. (MATH. ET FER)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
Août midi	5	2	40.7	90.7	1.045	94.8	51	1.25	30	65.9	1.07	71	68.8	
»	6	2	43	90.6	1.048	94.9	51	1.05	33	63.7	1.075	68.5	66.7	Pâturages
»	3	6	69	100	1.079	107.9	56.9	0.85	37	67	1.112	74.5	72.3	tourteaux
»	6	7	46.8	94.2	1.052	99.1	50.6	1.52	36	68.7	1.083	74.4	72.3	pulpe, maïs
»	5	3	48	95	1.054	100.1	52.5	1.53	35	70.7	1.083	76.6	74.5	
»	5	4	36	91.4	1.04	95.1	52.8	1.48	32	70.4	1.066	75	73.2	Pâturages
»	3	3	40.3	90.7	1.045	94.8	52.1	1.5	31	69.9	1.071	74.9	73.1	pulpe, son
»	3	6	40.3	91.1	1.045	95.2	56.6	1.4	29	73.3	1.069	78.4	76.5	tourteaux
»	2	1	27	88	1.03	90.6	54.7	1.21	30	69.1	1.054	72.8	71.1	orge, trèfle
»	2	1	33.7	91.7	1.037	95.1	55	1.27	31	70.1	1.062	74.5	72.7	
»	2	3	44.5	89.1	1.05	93.5	51	1.1	31	64.1	1.076	69	67.3	
»	5	12	59.8	104.2	1.068	111.3	50.3	1.42	44	67.2	1.097	74.3	71.7	pulpe
Août matin	3	10	38	92.4	1.042	96.3	49.8	1.62	35	69.1	1.071	74	72	tourteaux
»	3	1	34	93.4	1.037	96.8	55.1	1.07	31	67.8	1.063	72.1	70.3	maïs vert
» midi	6	4	65	97.4	1.074	104.6	51.1	1.48	37	63.7	1.107	76	73.8	
»	»	»	47.8	90.4	1.054	95.3	50.2	1.45	33	67.4	1.081	73	71.1	

LAITS INDIVIDUELS - RÉGION DE BÉTHUNE (suite)

ÉPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	ÂGE (ANNÉES)	A VÊLE DEPUIS (EN MOIS)	MATIÈRE GRASSE	EXTRAIT DÉGRASSÉ	RAPPORT 1000	1000 - VOL B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. : BRUTES	RAPPORT 1000	1000 VOL - B + C	C M S. RECT (MATH. ET FER)	C M S. RECT (PORCHER)	OBSERVATIONS
Âoût matin	5	4	32.5	103.5	1.036	107.2	48.8	1.65	44	68.4	1.071	73.3	70.9			
»	5	4	27.3	87.1	1.03	89.7	47.8	1.71	32	68.2	1.056	72	70.2			drèches
Âoût midi	4	6	39.2	97.8	1.044	102.1	54.2	1.23	35	68.8	1.073	73.8	71.8			tourteaux
»	2	2	38.8	94.2	1.043	98.2	52.5	1.32	34	68.2	1.071	73	71.1			son, tréfle
»	5	12	50	91	1.056	96.1	48.8	1.25	34	63.7	1.085	69	67.3			maïs vert
Âoût soir	5	11	36	93.4	1.04	97.1	48.6	1.32	37	64.3	1.07	68.8	66.9			
Octobre matin	6	1	20.5	88.1	1.023	90	50.4	2.01	30	74.3	1.46	77.7	76			
»	8	20 j.	36.8	99.2	1.041	102.9	50.7	1.71	39	71	1.073	76.2	73.7			
»	10	6	39.8	96.4	1.044	100.7	52.2	1.45	36	69.4	1.074	74.6	72.5			Botteraves
»	8	5	33.1	95.5	1.036	98.9	52.2	1.54	35	70.5	1.065	75.1	73.1			(1 k. par tête)
»	6	1	29	95.6	1.032	98.5	53	1.62	35	72.3	1.06	76.6	74.6			tourteaux
»	4	6	39.2	91.4	1.044	95.4	48.7	1.95	34	71.9	1.072	77.1	75			d'arachides
»	5	11	46.1	101.7	1.052	106.9	50	1.71	42	70.3	1.087	76.5	74			orge (1 k.)
»	5	7	32.3	100.7	1.036	104.2	53.7	1.41	39	70.5	1.067	75.2	72.9			son
»			36.4	92	1.04	95.7	51	1.65	33	70.6	1.067	75.4	73.4			
»			37	95	1.041	98.9	51.5	1.58	35	70.3	1.071	75.3	73.2			

LAITS INDIVIDUELS RÉGION D'HAZEBROUCK (Borre, Pradelles, Morbecque, Steenbecque, Bailleul)

ÉPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	AGE (ANNÉES)	A VÊLE DEPUIS (EN MOIS)	MATIERE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSE	RAPPORT 1000-VOL.B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000 1000-VOL B + C	C. M. S. RECT. (MATH. & FER)	C. M. S. RECT (PORCHER)	OBSERVATIONS
Septembre														
Matin	7	10m	38.5	100.7	1.043	105	53.5	1.2	37	67.6	1.073	72.7	70.7	
»	8	7	36.5	95.5	1.04	99.3	47.5	1.68	39	67.5	1.072	72.4	70.2	
»	5	4	26.8	78.2	1.03	80.5	46.2	2.52	26	76.2	1.05	80.1	78.5	
»	7	1	38.1	91.7	1.042	95.5	53.6	1.45	31	70.8	1.068	75.7	73.8	
»	5	4	31.4	88.6	1.035	91.7	51.6	1.68	30	71.6	1.059	75.8	74.1	
»	6	5	34	89.8	1.038	93.2	55	1.45	29	72.2	1.061	76.6	75	
»	6	5	42.7	93.9	1.048	98.4	54.4	1.77	32	75.5	1.074	81	79.1	
»	8	4	34.7	100.3	1.038	104.1	51.9	1.22	41	66.4	1.072	71.2	68.9	
»	7	15j	43.3	100.7	1.048	105.5	56.5	1.03	37	68.7	1.079	74.1	72.8	
»	6	3	34	94	1.037	97.5	52.6	1.43	34	69.6	1.065	74.1	72.2	
Midi	6	10m	43.3	100.7	1.048	105.5	56.2	1.06	37	68.8	1.079	74.2	72.1	
Matin	6	8	31.6	94.6	1.035	97.9	52.1	1.87	35	74.3	1.063	79	76.9	

LAITS INDIVIDUELS

RÉGION D'HAZEBROUCK (Borre, Pradelles, Morbecque, Steenbecque, Bailleul) (suite)

ÉPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	AGE (ANNÉES)	A VÊLE DEPUIS (EN MOIS)	MATÈRE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSE	RAPPORT 1000-VOL. B 1000	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATE	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000-VOL. B + C 1000	C. M. S. RECT. (MATH. & FER.)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
Septembre														
Matin	6	1	29.4	93.6	1.032	96.5	54.5	1.12	32	67.8	1.058	71.7	70	
"	7		32.3	92.1	1.036	95.4	45.5	1.66	38	65.2	1.066	69.5	67.5	
"	6	10	36.3	94.1	1.04	97.8	53.1	1.72	34	73.5	1.068	78.5	76.4	
"	5	9	30.8	100	1.034	103.4	49.5	1.66	42	69.3	1.068	73.9	71.6	
M + S			37	91	1.041	94.7	52	1.71	31	72.3	1.066	77	75.3	
Matin			31	95	1.034	98.7	53.4	1.6	32	72.4	1.06	76.7	74.8	
"			35	88	1.039	91.4	48.7	1.57	31	67.4	1.064	71.7	70	
"			29	88	1.032	90.8	46.4	1.6	32	65.4	1.058	69.2	67.5	
"			37	86	1.041	89.5	49.8	1.7	30	70	1.066	74.6	72.9	
"	3		33	95	1.036	98.4	51.4	1.33	33	67.2	1.063	71.4	69.6	
Soir	3		36	89	1.04	92.6	46.2	1.53	35	64.4	1.069	68.8	67	
Midi	5		43	88	1.048	92.2	50.3	1.56	28	68.9	1.071	73.8	72.2	

LAITS INDIVIDUELS

RÉGION D'HAZEBROUCK (Borre, Pradelles, Morbecque, Steenbecque, Bailleul) (suite)

ÉPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	ÂGE (ANNÉES)	A VELE DEPUIS (EN MOIS)	MATIÈRE GRASSE	EXTRAIT DEGRAISSÉ	RAPPORT 1000 1000-VOL B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000 1000-VOL B + C	C. M. S. RECT (MATH. & FER)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
Septembre Matin			31	88	1.034	91	47.3	1.65	30	67	1.058	70.8	69.3	
"			26	94	1.029	96.7	50	1.83	31	71.8	1.053	75.6	73.9	
Soir			37	92	1.041	95.8	46.7	1.87	36	69	1.071	73.9	71.8	
"			42	96	1.047	100.5	44.3	1.76	34	65.2	1.075	70.1	68.3	
Midi			38	100	1.042	104.2	52.4	1.43	38	69.4	1.074	74.5	72.3	
"	4	3	38	80	1.042	83.4	40.8	2.21	28	67.1	1.065	71.5	69.9	
Matin		6	39	82	1.043	85.5	45.7	2.21	30	72	1.068	77	75.1	
"			30	89	1.033	91.9	47	1.7	32	67.2	1.059	71.2	69.4	
"			28	83	1.031	85.6	48.3	1.61	28	67.4	1.053	71	69.5	
"			28	86	1.031	88.7	46	1.98	31	69.6	1.056	73.5	71.7	
"			33	88	1.036	91.2	48.3	1.53	29	66.5	1.06	70.5	68.9	
"			31	88	1.034	91	47.6	1.63	36	67	1.063	71.2	69.3	
"			38	87	1.042	90.6	48.5	1.6	31	67.5	1.068	72.1	70.3	

LAITS INDIVIDUELS

RÉGION DE LILLE (Wambrechies, Capinghem) *(suite)*

EPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	AGE (ANNÉES)	A VÊLE DEPUIS (EN MOIS)	MATIERE GRASSE	EXTRAIT DÉGRASSÉ	RAPPORT 1000 - VOL. B	F. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTEIQUES	C M S BRUTE	RAPPORT 1000 - VOL. B + C	C M S. RECT MATH. & FER	C M S. RECT (PORCHER)	OBSERVATIONS
Septembre midi	»	3	41	87	1.046	91	50.2	1.68	30	70.2	1.07	75.1	73.4	
matin		3	33	89	1.036	92.2	46	1.55	33	64.4	1.063	68.4	66.7	
»		5	36.7	88	1.041	91.6	47	1.8	35	68.4	1.07	73.1	71.2	
soir		5	32.5	90	1.036	93.2	45.9	1.7	37	66.1	1.066	70.4	68.5	
»		5	37.4	89	1.041	92.6	46	1.7	35	66.2	1.07	70.8	68.9	
midi			40	92	1.044	96	49	1.71	35	69.3	1.073	74.3	72.3	
matin	3	6	29	84	1.032	86.7	44	2.11	30	69.1	1.056	73	71.3	
»	4	4	30	100	1.033	103.3	55.8	1.21	36	70.2	1.062	74.5	72.5	Pâturages
»	4	3	28	93	1.031	95.9	43	2.11	40	68.1	1.063	72.4	70.2	

COMMENTAIRES

I. - Etude de la C.M.S. et de l'Extrait dégraissé de laits provenant de différentes traites d'une même vache suivie pendant quelques jours

Nombre de traites : 3 (matin, midi, soir).

Durée de l'expérience : 2 jours.

Nous avons suivi 5 vaches.

Nous avons enregistré dans le tableau A les valeurs maxima, moyennes et minima :

1° Des extraits dégraissés bruts ;

2° Des extraits dégraissés rectifiés ;

3° Des C. M. S. calculées suivant la méthode de MM. MATHIEU et FERRÉ (Voir tableau A).

a) Nous constatons à sa lecture que c'est la C. M. S. qui subit généralement les variations les moins étendues.

Les pourcentages des variations observées pour cette dernière sont respectivement de :

6,2 — 7,1 — 3,6 — 3 — 4,1 %

(Variation moyenne : 4,8)

Les variations correspondantes de l'E. D. rectifié sont au contraire : 5,8 — 7,6 — 3,7 — 6,3 — 4,9 avec une moyenne de 5,66.

TABLER A

ÉTUDE COMPARATIVE ENTRE L'E.D. - L'E.D.R. & la C.M.S.R. de laits provenant de différentes traites d'une même vache

	EXTRAIT DÉGRAISSÉ BRUT				EXTRAIT DÉGRAISSÉ RECT.				C.M.S. RECTIFIÉE			
	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM	VARIATION o/o	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM	VARIATION o/o	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM	VARIATION o/o
Vache n° 1.	95	91.1	88.6	7	97	94.2	91.5	5.8	76.2	74	71.6	6.2
Vache n° 2.	104.5	99.76	95.9	8.6	109.1	105.6	101.1	7.6	75.9	73.5	70.7	7.1
Vache n° 3.	92.6	91.1	89	3.9	98.6	96.5	95.1	3.7	77	75.4	74.3	3.6
Vache n° 4.	94	92.6	90.1	4.2	101	97.8	94.8	6.3	74.7	73.8	72.5	3
Vache n° 5.	95.1	90.1	87	9	96.5	93.8	91.9	4.9	77.4	75.7	74.3	4.1

Dans aucun cas la C. M. S. n'est inférieure à 70 et l'extrait dégraissé rectifié est toujours supérieur à 90.

b) Considérons maintenant l'échantillon de lait présentant l'extrait dégraissé maximum, soit le lait provenant de la vache N° 2 (Concours de Béthune) le matin du deuxième jour.

$$\text{E. D.} \quad = \quad 104,5$$

$$\text{E. D. R.} \quad = \quad 109,1$$

$$\text{C. M. S.} \quad = \quad 73,4$$

Ce lait mouillé avec 15 % d'eau fournirait un extrait dégraissé encore supérieur à 90, mais verrait sa C. M. S. descendre à 63,8.

Nous voyons donc l'opportunité de la confrontation de la C. M. S. et de l'E. D.

Nous le constatons également dans le cas du lait de la vache 5, le premier jour au matin, présentant la C. M. S. la plus élevée. Une addition de 10 % d'eau conduirait à un lait à C. M. S. normale, mais l'E. D. atteindrait le plateau minimum de la normalité. Il y aurait lieu de suspecter la fraude sans pouvoir toutefois la mettre en évidence.

TABLEAU B

MOYENNE DES TRAITES DE 2 JOURS	VACHE N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	MOYENNE GÉNÉRALE
C. M. S. {	/ Matin.....	73.8	75.15	74.45	76.4	74.74
	Midi	74.2	75.1	73.9	76.35	74.72
	Soir.....	72.55	75.95	72.95	74.35	73.9
	Variation....	2.2 %	1.1 %	2 %	2.7 %	
E. D. {	Matin.....	103.35	92.5	93.25	92.75	94.96
	Midi ...	98.3	89.5	91.25	89.5	91.79
	Soir.....	97.65	91.25	93.4	88.25	91.11
	Variation....	5.7 %	3.3 %	2.3 %	5 %	
E. D. R. {	Matin ..	108.4	96.85	97.3	94.65	98.4
	Midi	105.25	96.05	96.4	94	97.32
	Soir.....	103.2	96.65	99.65	92.65	97.02
	Variation.....	4.9 %	0.8 %	3.3 %	2.1 %	

c) Etudions ensuite les variations obtenues suivant l'heure de la traite (Tableau B).

1° La moyenne des C. M. S. des laits du matin est sensiblement égale à celle des laits du midi et un peu supérieure à celle du soir.

Voici d'ailleurs les chiffres trouvés :

Matin	74,74
Midi	74,72
Soir	73,9

2° En rectifiant l'extrait dégraissé brut, les différences séparant les extraits des laits des diverses traites s'atténuent très sensiblement. Témoins les chiffres suivants :

	MATIN	MIDI	SOIR
E D	94,96	91,79	91,11
E. D. R.	98,4	97,32	97,02

d) Voyons enfin les variations des constantes d'un jour à l'autre (les traites étant faites à la même heure). (Tableau C).

TABEAU C

ETUDE DE LA VARIATION DE L'E. D. - L'E. D. R. et la C. M. S. d'un jour à l'autre.

	Vache N° 1			N° 2			N° 3			N° 4			N° 5		
	1 ^{er} j.	2 ^e j.	Var. o/o	1 ^{er} j.	2 ^e j.	Var. o/o	1 ^{er} j.	2 ^e j.	Var. o/o	1 ^{er} j.	2 ^e j.	Var. o/o	1 ^{er} j.	2 ^e j.	Var. o/o
C. M. S.															
Matin	76.2	71.6	6.	74.2	73.4	1.1	76	74.3	2.2	74.5	74.4	0.13	77.4	75.4	2.6
Midi	75.2	72.9	3.1	75.9	72.5	4.6	74.6	75.6	1.3	74.7	73.1	2.2	77.4	75.3	2.7
Soir	75.9	72.1	5.1	74.4	70.7	5.1	77	74.9	2.7	72.5	73.4	1.2	74.3	74.4	0.1
E. D.															
Matin	95	90.9	4.4	102.2	104.5	2.2	92.6	92.4	0.21	93.1	93.4	0.3	95.1	90.4	5.1
Midi	92.2	88.6	4	97.6	99	1.4	89	90	1.1	90.1	92.4	2.5	92	87	5.6
Soir	91	89	2.2	99.4	95.9	3.6	90.5	92	1.6	92.8	94	1.3	89	87.5	1.7
E. D. R.															
Matin	97	92.6	4.6	107.5	109.1	1.5	98.6	95.1	3.6	97.1	97.5	0.4	96.5	92.8	3.9
Midi	97	92.8	4.4	105.6	104.9	0.7	96.1	96	0.1	94.8	98	3.3	95.6	92.4	3.4
Soir	94.4	91.5	3.1	105.3	101.1	4.1	96.3	97	0.7	101	98.3	2.7	91.9	93.4	1.6

Les variations de la C. M. S. y sont peu accusées, celles des E. D. ne le sont guère plus.

Les variations moyennes sont en effet :

Pour la C. M. S.	2,68
Pour l'E. D.	2,87
Pour l'E. D. R.	2,54

Dans le cas envisagé c'est l'E. D. R. qui a la marge de variation la plus étroite.

II. - Etude des Variations de l'E.D. et de la C.M.S. des Laits individuels.

Nous avons étudié les laits de 78 vaches flamandes. Les laits proviennent des diverses traites de la journée, ils ont été sécrétés à des périodes variables de l'année.

a) Valeur absolue des C. M. S. et de E. D.

Les 78 laits étudiés correspondaient à :

23	laits	des	traites	du	midi
47	»	»	»	»	matin
6	»	»	»	»	soir

La C. M. S. maximum trouvée a été de	81
La C. M. S. minimum	» » 68,4
L'E. D. R. maximum	» » 111,3
L'E. D. R. minimum	» » 80,5

Sur ces 78 laits, 7 avaient une C. M. S. inférieure à 70. Voici les chiffres exacts de ces constantes anormales et les extraits dégraissés rectifiés y correspondant respectivement.

C. M. S.	E. D. R.
68.5	94.9
69	93.5
69	96.1
68.8	97.1
69.5	95.4
69.2	90.8
68.8	92.6

7 laits avaient également un E. D. R. inférieur à 90 (2 d'entre eux ayant un chiffre inférieur à 85). Nous en reproduisons les valeurs et les C. M. S. s'y rapportant.

E. D. R.	C. M. S.
89.7	72
80.5	80.1
89.5	74.6
83.4	71.5
85.5	77
85.6	71
88.7	73.5

Nous trouvons donc autant d'anomalies dans les chiffres de C. M. S. que dans les chiffres d'extrait rectifié. Nous voyons également qu'il n'y a aucune proportionnalité entre la C. M. S. et l'E. D.

b) *Influence de l'heure de la traite.*

Si nous groupons les E. D., E. D. R., C. M. S. R. moyens, maxima et minima des laits correspondant respectivement aux traites du matin, midi et soir, nous observons que les laits du matin et du midi ont des « Caractéristiques analytiques » sensiblement égales et numériquement supérieures à celles des laits du soir. (Tableau D).

TABLEAU D
Influence de l'heure de la traite

		E. D.	E. D. R.	C. M. S. R.
MIDI	Moyenne ...	92.83	97.43	73.56
	Maximum...	104.2	111.3	78.5
	Minimum...	80	83.4	68.5
MATIN	Moyenne...	92.25	95.51	73.97
	Maximum...	103.5	107.2	81
	Minimum...	78.2	80.5	68.4
SOIR	Moyenne....	91.56	95.3	70.47
	Maximum...	96	100.5	73.9
	Minimum..	89	92.6	68.8
SUR L'ENSEMBLE DES LAITS	Maximum...	104.2	111.3	81
	Minimum...	78.2	80.5	68.4
	Moyenne....	92.38	96.09	73.59
	Variation %	28.5	32	17

c) Influence de l'âge de la vache

VACHES DE	1 A 4 ANS (18 VACHES)	4 A 6 ANS (19 VACHES)	6 ANS ET AU DELA (9 VACHES)
E. D. (moyenne)	90.67	93.43	96.9
C. M. S. (moyenne)	73.42	74	73.5

L'extrait dégraissé augmente avec l'âge, la C. M. S. semble suivre cette règle.

d) Influence de la saison.

Il nous est difficile d'être catégorique. Toutefois en étudiant les chiffres obtenus dans les analyses des laits de mélange et des laits individuels, il semble que la saison n'ait pas d'influence sur l'E. D. R. et la C. M. S.

B) LAITS DE MÉLANGE

Même origine que les Laites individuels

LAITS DE MÉLANGE

RÉGION DE LILLE (Capinghem, Wavrin, Wambrechies, Gondecourt, Tourcoing, Marcq-en-Barœul, La Madeleine, Wattrelos).

ÉPOQUE & HEURE DE LA TRAITE	MATIERE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSÉ	RAPPORT 1000 - VOL. B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATÉ	CHLORURES EN NA CL.	MATIÈRES PROTÉIQUES	C M S BRUTE	RAPPORT 1000 1000 - VOL. B + C	C M. S. RECT. (MATH. & FER.)	C M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
4 V.	37	87	1.041	90.6	44	1.9	35	66.6	1.07	71.3	69.3	Pâturages
midi	40	93	1.044	97.1	49	1.68	36	69	1.074	74.1	72	
"	35	95	1.039	98.7	46	1.66	39	65.7	1.071	70.4	68.3	
matin	30	93.4	1.033	96.5	50.7	1.66	35	70.4	1.61	74.7	72.8	
"	49	91	1.044	95	47.2	1.5	36	65	1.075	69.9	67.9	2 Normandes
midi	41	91	1.045	95.1	48	1.82	34	69.6	1.074	74.7	72.7	
"	37.5	90.5	1.042	94.3	48.6	1.8	35	70	1.07	74.9	72.9	
1er j.	35	89	1.039	92.5	46.3	1.78	34	67.4	1.66	71.8	70	
2me j.	38	88.4	1.042	92.1	46.8	1.75	35	67.6	1.071	72.4	70.4	
soir et matin	39	94	1.043	98	50	1.38	38	66.4	1.075	71.4	69.2	

RÉGION DE LILLE (Capinghem, Wavrin, Wambrechies, Gondecourt, Tourcoing, Marcq-en-Barœul, La Madeleine, Wattrelos) (suite).

EPOQUE & HEURE DE LA TRAITE		MATIERE GRASSE	EXTRAIT DEGRAISSE	RAPPORT 1000 1000 - VOL. B	E. D. RECTIFIE	LACTOSE	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000 1000 - VOL. B + C	C. M. S. RECT. (MATH. & FER.)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
soir et matin	7 V.	36.4	92.6	1.04	96.3	48	1.65	35	67.6	1.069	72.3	70.3	
soir	13 V.	43	91	1.048	95.4	47.3	1.6	34	66.3	1.076	71.3	69.5	
»	30 V.	40	87	1.044	90.8	48.3	1.6	31	67.3	1.07	72	70.3	
»	55 V.	42	90	1.047	94.2	50.7	1.53	33	68.9	1.074	74	72.1	
»	76 V.	41	89	1.046	93.1	49.1	1.62	34	68.4	1.074	73.5	71.5	
Nov. 32 mat.	12 V.	29	85	1.032	87.7	51.5	1.7	28	71.7	1.055	75.6	74	
»	35 V.	39.5	90.5	1.045	94.6	53.5	1.47	29	71	1.068	75.8	74.2	
matin	8 V.	34	90	1.037	93.3	48.7	1.53	34	66.9	1.065	73.5	69.4	
midi		37	91	1.041	94.7	51	1.6	29	70.3	1.065	74.9	73.2	
matin		39	90	1.032	92.9	51	1.7	30	71.2	1.056	75.2	73.5	

LAITS DE MÉLANGE (suite)

RÉGION D'HAZEBROUCK (Borre, Pradelles, Morbecque, Steenbecque, Bailleul-Outtersteene)

EPOQUE ET HEURE DE LA TRAITE	MATIÈRE GRASSE	EXTRAIT DÉGRAISSÉ	RAPPORT 1000 1000 - VOL. B	E. D. RECTIFIÉ	LACTOSE HYDRATE	CHLORURES (EN NA CL)	MATIÈRES PROTÉIQUES	C. M. S. BRUTE	RAPPORT 1000 1000-VOL. B + C	C. M. S. RECT (MATH. & FER)	C. M. S. RECT. (PORCHER)	OBSERVATIONS
Midi & Soir	40	90	1.044	94	50	1.60	33	69	1.072	74	72	
"	33	87	1.036	90.1	50.3	1.21	30	64.7	1.061	68.6	67	
Matin	33	91	1.042	94.8	52.1	1.57	31	70.8	1.068	75.6	73.8	
"	37	89	1.041	92.6	51.3	1.40	32	68	1.067	72.5	70.8	
"	43	84	1.048	88	49.2	1.63	27	68.6	1.07	73.4	71.9	
Matin	40	94	1.044	98.1	52	1.45	33	69.2	1.072	74.2	72.2	
"	37	86	1.041	89.5	48.7	1.73	28	69.3	1.064	73.7	72.1	
"	36	93	1.04	96.7	51	1.51	34	69	1.068	73.6	71.8	
Soir & Matin	43	88	1.048	92.2	46	2.00	35	69.8	1.077	75.2	73.1	
Matin	30	89	1.033	91.9	51	1.7	29	71.2	1.056	75.2	73.5	
"	36	88	1.04	91.5	48	1.53	31	66.2	1.065	70.5	68.8	
"	37	85	1.041	88.5	49.3	1.66	30	69	1.066	73.5	71.8	
"	36	89	1.04	92.6	51.7	1.46	30	69.1	1.064	73.5	71.9	
"	43	87	1.048	91.2	50.3	1.57	28	69	1.071	73.9	72.3	
"	36	87	1.04	90.5	50.2	1.41	26	67	1.061	71.1	69.7	
"	37	90	1.041	93.7	48.2	1.51	29	66.2	1.065	70.5	68.9	
"	39	87	1.043	90.7	48	1.54	33	66.3	1.07	70.9	69.1	
"	41	97	1.046	101.5	53.1	1.51	33	71.1	1.073	76.3	74.4	

LAITS DE MÉLANGE (suite) RÉGION DE BÉTHUNE

EPOQUE & HEURE DE LA TRAITE	MATIERE GRASSE	EXTRAIT DEGRAISSE	RAPPORT 1000 1000-VOL. B	E. D. RECTIFIE	LACTOSE HYDRATE	CHLORURES (EN NA CL)	MATIERES PROTEIQUES	C. C. S BRUTE	RAPPORT 1000 1000-VOL. B + C	C. M. S. RECT. (MATH. & FER.)	C. M. S. RECT (PORCHER)	OBSERVATIONS
Matin	8. V.	93.2	1.034	96.4	52	1.53	34	70.2	1.062	74.5	72.6	
"	5. V.	93	1.04	96.7	51.5	1.57	32	70.2	1.066	74.8	73	
Midi	3. V.	95.4	1.049	100	53.7	1.23	33	68.3	1.077	73.5	71.6	
Matin	7. V.	91	1.037	94.4	52.9	1.55	32	71.3	1.064	75.8	73.9	
"	4. V	88	1.036	91.2	51.3	1.48	30	68.9	1.061	73.1	71.4	

LAITS DE MÉLANGE - COMMENTAIRE

43 laits ont donc été examinés. Il s'agit de laits provenant presque exclusivement de vaches flamandes (1)

Si nous appelons avec M. PAGET :

Laits de petit mélange :

Le mélange des laits provenant de 2 à 12 vaches.

Laits de moyen mélange :

Le mélange des laits provenant de 12 à 30 vaches.

Laits de grand mélange :

Le mélange des laits provenant de 30 vaches et plus.

Nous pouvons préciser que nos essais ont porté sur :

1° 28 laits de petit mélange.

2° 11 laits de moyen mélange.

3° 4 laits de grand mélange.

Nous groupons dans le tableau suivant les chiffres maxima, minima et moyens trouvés pour les E. D. et C.M.S. de ces divers types de laits.

(1) Dans quelques cas très rares (2 cas) des vaches normandes étaient mélangées au troupeau.

		EDR.	CMS.
Petit mélange (28)	maxima	101,5	76,3
	minima	88,5	68,6 (3 Vaches)
	moyen	94,25	73,1
Moyen mélange (11)	maxima	96,5	75,6
	minima	87,7	70,5
	moyen	92,5	73,6
Grand mélange (4)	maxima	94,6	75,8
	minima	90,8	72
	moyen	93,17	73,8

Dans les laits de petit mélange, une seule C.M.S. est inférieure à 69,9 (encore faut-il noter qu'il s'agit d'un mélange des laits de 3 vaches.

Dans les laits de moyen et de grand mélange aucune C.M.S. n'est inférieure à ce chiffre limité.

Trois E.D.R. sont inférieurs à 90 dans les 39 laits faisant partie des petit et moyen mélanges. Aucun de ces trois chiffres n'est toutefois inférieur à 85.

CONCLUSIONS

Après avoir rappelé succinctement la chimie du lait telle qu'elle ressort des dernières recherches de M. PORCHER, nous avons fait l'étude critique des principales méthodes de détermination du mouillage, nous nous sommes arrêté plus longuement au problème de l'extrait dégraissé et de la constante moléculaire simplifiée dont nous avons fait ressortir la signification exacte.

Nous avons reproduit les documents analytiques se rapportant à l'application de ces constantes aux laits de diverses régions.

Nous avons ensuite indiqué les méthodes de dosage que nous avons employées au cours de nos recherches.

Etudiant spécialement la correction due au volume de l'insoluble, nous avons établi une abaque de construction facile qui permet de trouver instantanément le facteur de correction en fonction, soit seulement du taux de matière grasse, soit des taux de matière grasse et de caséine, selon que l'on adopte les bases de calcul de PORCHER ou de MATHIEU et FERRÉ.

Nous avons ensuite étudié la C. M. S. et l'Extrait

dégraissé des laits individuels et des laits de mélange provenant soit de la région des Flandres, soit de la région de Béthune ou des villages avoisinant Lille.

Nos recherches nous ont permis de recueillir des documents suivants :

1° Parmi les laits individuels : 9 % environ avaient une C. M. S. inférieure à 70, le chiffre minimum trouvé étant 68,4.

9 % également avaient un E. D. R. inférieur à 90, le chiffre le plus bas étant égal à 80,5.

2° La C. M. S. et l'E. D. R. moyens des laits analysés étaient respectivement de 73,59 et 96,09, les chiffres maxima rencontrés étant 111,3 (E.D.R.) et 81 (C. M. S.).

3° Les laits du matin et de midi ont des constantes généralement supérieures à celles des laits du soir.

4° Chez une même vache la C. M. S. et l'E. D. de son lait peuvent subir des variations quotidiennes assez sensibles, les variations moyennes étant 2,68 % (C.M.S.) et 2,54 % (E.D.R.).

5° De telles variations peuvent aussi être notées dans les laits des traites homologues.

6° L'âge semble également intervenir ; les laits de vaches âgées ayant habituellement un E. D. et une C. M. S. plus élevés que ceux des vaches plus jeunes.

7° La saison ne semble pas avoir d'influence.

8° Il n'y a aucun parallélisme entre les chiffres d'E. D. et de C. M. S., une C. M. S. élevée pouvant

parfois correspondre à un extrait limite et réciproquement.

Pour les LAITS DE MÉLANGE, nous n'avons trouvé qu'une C. M. S. inférieure à 70, encore s'agissait-il d'un lait de très petit mélange, la moyenne générale des C. M. S. étant 73.5. Trois extraits dégraissés étaient inférieurs à 90, mais tous étaient supérieurs à 85, la moyenne générale étant de 93.5.

L'ensemble de ces chiffres semble nous autoriser à formuler les conclusions suivantes :

Aucune méthode pratique de détermination rigoureuse du mouillage de lait n'existe actuellement. Si le calcul de l'extrait dégraissé rectifié, celui de la C. M. S. R. peuvent fournir des chiffres toujours intéressants à confronter, il n'en est pas moins vrai que leur seul examen peut parfois conduire à des conclusions erronées. Nous avons eu l'occasion d'en citer des exemples.

D'autre part des laits authentiques pouvant avoir des C. M. S. et des E. D. R. inférieurs aux chiffres limites habituellement adoptés comme taux de comparaison, il importe que chaque région possède une documentation sûre et abondante sur la chimie des laits qu'elle fournit.

En ce qui concerne la région que nous avons prospectée, nous croyons que les chiffres minima suivants peuvent être régulièrement adoptés comme sage critérium :

Pour les laits individuels de	{	C. M. S. R.	68,5
vaches Flamandes.		E. D. R.	85
Pour les laits de mélange pro-	{	C. M. S. R.	70
venant de traites d'au		E. D. R.	90
moins 6 vaches.			

Pour les laits de très petits mélanges, il semble difficile d'être beaucoup plus exigeant que pour les laits individuels. La prudence commande d'adopter les chiffres indiqués pour ces derniers laits.

Le Président de la thèse :
P. GRÉLOT.

Vu et bon à imprimer,
NANCY, le 12 Juillet 1933.
Le Doyen, SEYOT.

Vu et permis d'imprimer.
NANCY, le 13 Juillet 1933.
Le Recteur de l'Académie :
Président du Conseil de l'Université.
BRUNTZ,

BIBLIOGRAPHIE

- FLEURY Paul, Professeur Agrégé de la Faculté de Pharmacie de Paris. Fiches Techniques de Chimie Biologiques. Les Editions Vega, 43, Rue Madame, Paris, 1933.
- GRÉLOT. — Les inconvénients du bichromate pour la conservation des laits aux fins d'analyses. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, Avril 1907, page 369.
- GROS Léon. — L'extrait du lait privé de sa matière grasse. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéros 88-89, Février-Mars 1916, page 39.
- JORET et RADET. — Etude de la constante moléculaire simplifiée appliquée aux laits de la Somme. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéros 222, 223, 224, Juin, Juillet et Août 1927.
- A. LATAIX. — Contribution à l'étude de la réfractométrie des lactosérums. — *Revue du lait*, Mai 1929, numéro 85, p. 474.
- M^e^{11e} LICHTENBELT. — Dosage de l'extrait sec dans le lait. — *Ann. des Falsifications et des fraudes*, numéros 70, 74, Août, Décembre 1914, page 447, d'après Chem. Weekbl., 1913, page 199.
- MATHIEU. — Constante moléculaire simplifiée pour caractériser le mouillage des laits. Communication présentée à la Société des Experts-Chimistes de France. — *Ann. des Falsifications et Fraudés*, numéros 88-89, Février, Mars 1916, page 45.

- MATHIEU et FERRÉ. — Caractérisation du mouillage des laits par une constante de concentration moléculaire simplifiée. — *Ann. des Falsifications et des fraudes*, numéro 63, Janvier 1914.
- MONNIER-WILLIAMS. — Le point de congélation du lait et sa relation avec la recherche du mouillage. Rapport présenté au Conseil Local du Gouvernement. — *Food Reports*, numéro 22. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéros 83, 84, Septembre, Octobre 1915, page 296.
- OBRE et FOURNIER. — La C. M. S. Son application aux laits du Loir-et-Cher. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéro 189, Juillet 1924, page 344.
- PAGET. — Contribution à l'étude de la teneur en matière grasse des laits de vaches de race flamande dans la région des Flandres. — *Imprimerie Centrale du Nord*, 1928, 1 volume, 110 pages.
- Le lait, sa chimie, ses applications. — *Journal d'Obstétrique et de Gynécologie Pratique*, Janvier-Février 1932, numéros 1-2.
- PORCHER. — Influence du taux de la matière grasse sur celui de l'extrait dégraissé dans le lait. Communication présentée à la Société des Experts-Chimistes de France. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéros 85-86, Novembre-Décembre, 1915.
- Comment exprimer les conclusions résultant de l'analyse chimique d'un lait ?
Deuxième rapport présenté à la Société des Experts-Chimistes de France au nom de la Commission d'Etudes de l'interprétation des résultats d'analyses des laits, composée M. Lindet, Président ; MM. Delle, Frouin, Landowski, Meillère, Padé, Rocques, Toulplain. — *Ann. des falsifications et des fraudes*, numéros 90-91, Avril-Mai 1916.
- La méthode synthétique dans l'étude du lait. Le lait au point de vue colloïdal. Recherche sur le mécanisme

- de l'action de la présure. Le lait, *Revue Générale des questions laitières*, 1929, numéros 85, 86, 87, 88, 89, 90, pages 449, 572, 681, 793, 942, 1.051, 1930, numéro 94, page 417.
- PORCHER. — Etude critique sur la valeur de la C. M. S. *Ann. des falsifications et des fraudes*, Janvier 1923.
- M^{me} S. RASZEJA. — Sur le microdosage du chlore plasmattique et globulaire dans le sang humain. — *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, tome XIV, Juin 1932, page 873.
- RINALDO-BINAGHI. — La conductibilité électrique du lait et son application à la recherche du mouillage et de l'addition d'électrolytes. — *Revue Générale du Lait*, 1910, 417 et 1911, 433 (d'après *Ann. des falsifications et des Fraudes*, numéro 29, Mars 1911, page 159).
- RODILLON Georges. — L'analyse des laits. — *Edition de la Bibliothèque Pratique des Pharmaciens*, 5, Place Jussieu, Paris V^e, 1924.
- SIROT et JORET. — La constante moléculaire simplifiée. Application aux laits de la région de l'Yonne. — *Ann. des Falsifications et des Fraudes*, numéros 97-98, Novembre-Décembre 1916, page 425.
- C. STOECKLIN. — La cryoscopie du lait. Contribution à l'étude et à l'analyse du lait. — *Ann. des Falsifications et des Fraudes*, numéro 31, Mai 1911, page 232.
-

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
<i>Introduction</i>	11
CHAPITRE I	
<i>Le lait de vache. — Sa chimie. — Sa constitution.</i> ..	15
La composition moyenne. — L'origine et la signification de ses composants.....	17
Le lait au point de vue physicochimique.....	19
CHAPITRE II	
<i>Le mouillage du lait. — Ses méthodes de détermination</i>	29
Etude de l'extrait dégraissé.....	32
La cryoscopie du lait.....	41
La constante moléculaire simplifiée.....	50
CHAPITRE III	
<i>Application de la C. M. S. aux laits de différentes régions de la France</i>	59
CHAPITRE IV	
<i>Méthodes analytiques employées dans nos recherches</i>	71
Correction due au volume de l'insoluble.....	84

Construction d'une abaque donnant directement la valeur du coefficient de correction.	89
---	----

CHAPITRE V

<i>Nos résultats. — Leur commentaire</i>	95
Laits individuels	97
Commentaires	107
Laits de mélange	117
Commentaire	123
<i>Conclusions</i>	125

MATIÈRE GRASSE

